

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-64515

(43)公開日 平成6年(1994)3月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B60T 8/58

識別記号

庁内整理番号

A 7504-3H

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全30頁)

(21)出願番号 特願平4-220515

(22)出願日 平成4年(1992)8月19日

(71)出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72)発明者 佐野 喜亮

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車  
工業株式会社内

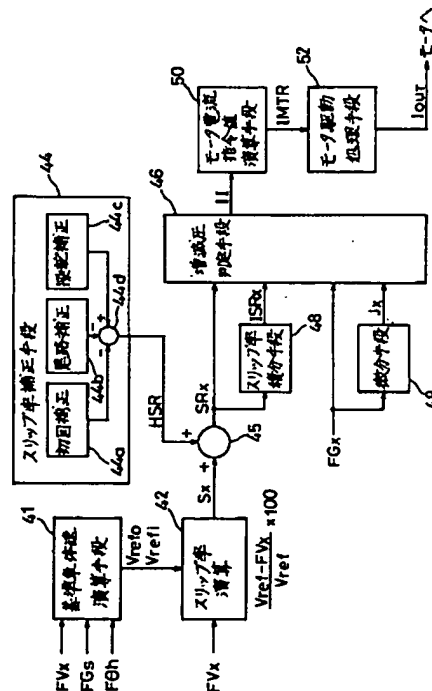
(74)代理人 弁理士 長門 侃二

(54)【発明の名称】 アンチスキッドブレーキング方法

(57)【要約】

【目的】 基準車体速度と各車輪の車輪速度の偏差から各車輪のスリップ率を演算し(42)、ブレーキ装置の各車輪のホイールシリンダに供給する液圧を、演算したスリップ率に応じて制御する(46,50,52)アンチスキッドブレーキング方法において、急旋回時にも十分な制動力が得られるように図る。

【構成】 操舵装置の操舵角(F $\theta$ h)を検出し、車両旋回時に検出した操舵角に応じて基準車体速度の内輪差を補正し、補正した基準車体速度(Vref0,Vref1)に基づいてスリップ率Sxを演算する。



Best Available Copy

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基準車体速度と各車輪の車輪速度の偏差から各車輪のスリップ率を演算し、ブレーキ装置の各車輪のホイールシリンダに供給する液圧を、演算したスリップ率に応じて制御するアンチスキッドブレーキング方法において、操舵装置の操舵角を検出し、車両旋回時に検出した操舵角に応じて基準車体速度の内輪差を補正し、補正した基準車体速度に基づいてスリップ率を演算することを特徴とするアンチスキッドブレーキング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自動車のブレーキ装置に好適に適用されるアンチスキッドブレーキング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】雨水で濡れた走行路等の低 $\mu$ 路における制動時に、車輪のスリップを防止したり、操縦安定性を確保し、短い制動距離で車両を停止させることの出来るアンチスキッドブレーキング方法が知られている。このブレーキング方法は、各車輪の回転速度を検出してそれぞれの車輪速度を求め、車輪速度と基準車体速度との偏差に基づいて各車輪のスリップ率を求め、このスリップ率が、車輪の摩擦係数が最大になる最適スリップ率近傍に保持させるように、各車輪のブレーキ圧を増減圧制御するものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このようなアンチスキッドブレーキング方法において、基準車体速度を正確に検出することが極めて重要であるが、基準車体速度は、通常、検出される各車輪速度の内、最高速度から1番目又は2番目に高い車輪速度を用いて演算されている。

【0004】このような従来の方法によって、急旋回制動時にも、1番目又は2番目に高く検出される車輪速度を用いて基準車体速度を求めると、この基準車体速度は外輪の車輪速度に追従して求められることが多いので、内輪側のスリップ率は実際より大き目に演算され、十分な制動力が得られないという不都合があった。本発明は、このような不都合を解決するためになされたもので、急旋回時にも十分な制動力が得られるように図ったアンチスキッドブレーキング方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するために、本発明においては、基準車体速度と各車輪の車輪速度の偏差から各車輪のスリップ率を演算し、ブレーキ装置の各車輪のホイールシリンダに供給する液圧を、演算したスリップ率に応じて制御するアンチスキッドブレーキング方法において、操舵装置の操舵角を検出し、車両旋回時に検出した操舵角に応じて基準車体速度の内

輪差を補正し、補正した基準車体速度に基づいてスリップ率を演算することを特徴とするアンチスキッドブレーキング方法が提供される。

## 【0006】

【作用】旋回時に操舵角を求め、車輪が定常円旋回を行なっていると仮定すると、操舵角と例えば外輪側の基準車体速度からヨーレートを演算することができ、このヨーレートを用いて内輪側の基準車体速度を補正することができる。そして、外輪側および内輪側のそれぞれに求めた基準車体速度を用いて各車輪のスリップ率を演算することによって、各輪のホイールシリンダに供給する液圧を適切に制御することができる。

## 【0007】

【実施例】以下に、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

## システム概要

図1は車両のアンチスキッドブレーキ装置（以下「ABS」という）の概要を示し、前後左右の車輪1L、1R、2L、2Rの各ブレーキ装置3～6とブレーキペダル8により駆動されるマスタシリンダ9との間にはモータ直動式ハイドロリックユニット（HU）10が介在されており、各車輪1L、1R、2L、2Rには夫々車輪速センサ21、22、23、24が、ステアリング7にはハンドル角センサ25が、車体には前後方向の加速度を検出するための加速度センサ（前後Gセンサ）26が設けられている。そして、これらのセンサ21～26及びハイドロリックユニット10は、電子制御装置30（ECU）に接続されている。なお、本実施例のABSは、前輪駆動車に適用され、後輪は非駆動輪である。

【0008】ハイドロリックユニット10は、図2に示すようにハウジング11にシリンダ12が形成されており、当該シリンダ12には、ピストン13が摺動可能に嵌挿されている。ハウジング11の上部にはシリンダ12の上方に通路11a～11cが設けられており、通路11aと11cの間にはABS用チェック弁14が設けられており、チェック弁14に並設された通路11bにはABS用カット弁15が設けられている。チェック弁14は、通路11c側から通路11a側へのブレーキ液の流れを許容し、カット弁15は、通路11bを開閉する。また、チェック弁14は、ピストン13が上限位置に達したときに当該ピストン13の上端面に設けられた突起13aによりばね力に抗して開弁されるようになっている。

【0009】ハウジング11にはモータ16が設けられており、当該モータ16の駆動力は、歯車機構17及び送り機構18を介してピストン13に伝達され、当該ピストン13を駆動する。モータ16は、正回転すると歯車機構17を介して送り機構18を回転させピストン13を上動させ、逆回転すると当該ピストン13を下動させる。ハウジング11の通路11aは、マスタシリンダ

9に接続され、通路11cは、ブレーキ装置3のホイールシリンダ3aに接続されている。尚、ハイドロリックユニット10は、一侧の前輪1Lのブレーキ装置3とマスタシリンダ9との間のみを図示してある。

【0010】電子制御装置30は、ブレーキ時に車輪速センサ21～24、ハンドル角センサ25、および前後Gセンサ26からの信号を取り込み、車輪1L、1R、2L、2Rのスリップ状況を予測し、これらの車輪がロックされないようにABSカット弁15、モータ16を制御して、ブレーキ装置3～6のブレーキ力を制御する。即ち、車輪がロックする方向にあるときにはピストン13を下動させ、ブレーキ液圧を減圧させて車輪ロックを回避し、車輪ロックの虞れが回避されるとピストン13を上動させてブレーキ液圧を再び増圧させ、このような制御を繰り返して行ないホイールシリンダに加えるブレーキ液圧を制御する。

ABS制御手順

次に、ABSの電子制御装置30によって実施されるABS制御手順について説明する。

【0011】図3および図4は、電子制御装置30によって実行されるABS制御に対応する機能ブロック図を示し、これを図5に示すABSメインルーチンのフローチャートを参照して説明する。

ABSメインルーチン

先ず、図3に示すセンサ信号処理手段によって各種センサによって検出された入力信号を処理する（ステップS1）。車輪速センサ21～24からの車輪速信号は入力処理手段31によって増幅、波形処理、サンプリング、A/D変換等の処理を終えた後、フィルタ手段31aによって高周波成分がカットされ、各輪の車輪速FVxとしてセンサ信号処理手段から出力される。また、フィルタ手段31aからの出力は、微分回路32によって各輪の車輪加速度が演算され、これらの値はローパスフィルタ手段33によって高周波成分がカットされる。そして、補正手段34において後述の前後Gセンサ26が検\*

$$Sx = (Vref - FVx) / Vref \times 100 \quad \dots\dots (S1)$$

スリップ率補正手段44は、初回補正手段44a、悪路補正手段44b、操舵補正手段44c、および加算手段44dから構成され、これらの各補正手段44a～44cにおいて演算された補正値は加算手段44dにおいて加算され、この加算値HSRを用いて上述のスリップ率Sxを補正する（ステップS4）。これらの補正は、突起乗り越し等によるABSの作動防止、悪路における制動力および方向安定性の向上、急操舵時の操縦性の向上を図るために行なうものである。

【0015】増減圧判定手段46には、スリップ率補正手段により補正されたスリップ率SRx、このスリップ率SRxの積分値ISRx、各車輪の車輪加速度FGx、およびその微分値Jxが供給され、ファジィ推論によってブレーキ圧の増減圧判定が実行される（ステップ※50

\*出する前後加速度FGSによって補正され、各輪の車輪加速度FGxとしてセンサ信号処理手段から出力される。ここで、車輪速FVx、車輪加速度FGx（後述する各輪のスリップ率Sx等も同じ）を表す場合の添字「x」は、右前輪1R、左前輪1L、右後輪2R、左後輪2Lのそれぞれを表しており、車輪速等を添字「x」を付して表す場合には、各輪の値が個別に演算される。

【0012】前後Gセンサ26からの検出信号は入力処理手段35によって増幅、波形処理、サンプリング等の処理を行なって前後加速度の生データGSとして出力される一方、ローパスフィルタ手段36によって高周波成分をカットされたフィルタ値FGSとして出力される。ハンドル角センサ25からの検出信号は、入力処理手段37によって増幅、波形処理、サンプリング等の処理を終えた後、ローパスフィルタ手段38によってフィルタリング処理され、ハンドル角Fθhとして出力される。また、このハンドル角Fθhは、微分回路39によって時間微分した後、ローパスフィルタ手段40によってフィルタリング処理され、操舵速度FDθhとして出力される。

【0013】次に、上述のように信号処理された車輪速FVx、車輪加速度FGxおよびハンドル角Fθhは、図4に示す基準車体速演算手段41に供給され、基準車体速Vrefが演算される（ステップS2）。このとき、ハンドル角Fθhの絶対値が大である急旋回時には、内輪差を補正して外輪の基準車体速Vrefoおよび内輪の基準車体速Vrefiが演算される。内輪差により外輪側の車体速と内輪側の車体速が異なり、車体速の内輪差を補正することによって各輪のスリップ率を正確に求めることができる。

【0014】基準車体速演算手段41で演算された基準車体速Vref(VrefoおよびVrefi)は、スリップ率演算手段42に供給され、各輪の車輪速FVxとこの基準車体速Vrefとにより各輪のスリップ率Sxが次式(S1)に基づき演算される（ステップS3）。

※S5）。積分値ISRxの演算はスリップ率積分手段48により、微分値Jxの演算は微分手段49によってそれぞれ実行される。

【0016】図6は、スリップ率Sと摩擦係数μとの関係を示す。ABS制御の一般的な手法としては、スリップ率Sと摩擦係数μとの関係、および車輪加速度FGxから、スリップ率Sが、摩擦係数μが最大となる値S1より小、或いは値S1より小になる傾向がある場合には、ブレーキ液圧が増圧制御され、値S1より大、或いは値S1より大になる傾向がある場合には減圧制御される。しかしながら、車輪加速度FGxのみでは、センサフィルタ系の位相遅れにより減圧制御の終了が遅れる場合があり、これを防止するために車輪加速度FGxの微分値（加々速度）Jxにより車輪速の回復傾向を早期に

5

検出するようにしている。また、スリップ率SRxの積分値ISRxにより極低μ路を検出すると共に、低μ路から高μ路への移行を早期に検出し、ブレーキ液圧の最適化が図られている。

【0017】増減圧判定手段46における増減圧の判定結果は、モータ駆動目標値IIとしてモータ電流指令値演算手段50に出力され、演算手段50は、所定の手順によってモータ駆動電流IMTRを演算し、さらにモータ駆動処理手段52は、この演算値IMTRに基づいて

10 ハイドロリックユニット(HU)10のモータ16の駆動電流IOUTを出力する(ステップS6)。モータ駆動処理手段52は、演算値IMTRの変化や正負に応じて、モータ16に供給する電流値IOUTを最適値に制御する。

基準車体速の演算

次に、電子制御装置30が実行する基準車体速の演算手順について、図7ないし図10に示すフローチャートを参照して詳細に説明する。

【0018】電子制御装置30は、先ず、図7のステップS200においてABS制御中であるか否かを判別する。この判別は、例えば、基準車体速Vrefが所定値\*

$$SVW = \min \{ FVRR, FVRL \} \quad \dots\dots (A1)$$

一方、ステップS200の判別結果が肯定(Yes)、すなわちABS制御中の場合には、4輪の内最も高い車輪速を選択してこれを選択車輪速SVWとして記憶する(ステップS202)。ブレーキ操作によりスリップ率が高くなり、車輪はロック状態に向かうかも知れず、こ※

$$SVW = \max \{ FVFR, FVFL, FVRR, FVRL \} \quad \dots\dots (A2)$$

車輪速の選択が終わるとSVW値を次式(A3)によりフィルタリング処理を施し、これを基準車輪速Vselとして記憶すると共に、この基準車輪速Vselを微分処理する★

$$Vsel = Vsel_{n-1} + C1 \times (SVW - Vsel_{n-1}) \quad \dots\dots (A3)$$

ここに、Vsel<sub>n-1</sub>は前回のフィルタリング処理値である。C1は1.0～0の範囲内の値に設定されるフィルタリング定数である。

【0022】次に、フラグFbが値1であるか否かを判別する(ステップS205)。ブレーキペダルが踏み込まれると、車輪にスリップが生じ、車輪速センサが検出する車輪速度からは車体速度を正確に検出することができなくなる。そこで、車両の減速度が判別値より大きくなると、基準車体速を、車輪速から求めずに前後加速度から推定するようにしている。従って、基準車体速Vrefを前後加速度から演算すると、その値は車輪速Vselと異なる値に演算されることになる。フラグFbは、2回目およびそれ以降のスリップ制御時において、基準車体速Vrefと基準車輪速Vselとが異なる値に設定されている状態(以下、これを「基準車体速分離状態」という)を記憶するためのプログラム制御変数である。ABS制御が実行されていない場合、或いはABS制御が開始された直後の場合にはステップS205の判別結果☆50

6

\* (例えば、5km/hr)以上であり、且つ、モータ16への減圧駆動出力が連続して所定回数(例えば、2回)出力された場合に、ABS制御中であると判別する。そして、基準車体速Vrefが所定値(例えば、2km/hr)以下に低下するか、又は、モータ16の駆動出力が0または増圧信号である状態が所定時間(例えば、1秒)間に亘って継続した場合に、ABS制御が解除されるようになっている。

【0019】ステップS200の判別結果が否定(N)の場合には、非駆動輪である後輪の車輪速センサ23、24によって検出される車輪速FVRR或いはFVRLの内、低い方の値を選んでこれを選択車輪速SVWとして記憶すると共に、フラグF1に値1を設定する(ステップS201)。駆動輪である前輪は、過トルクによるスリップ等が生じている虞もあり、このような前輪の車輪速をSVW値とするのは不適當である。フラグF1は、ABS制御の1回目のスリップ制御状態を記憶するためのプログラム制御変数(以下、1回目スリップ制御フラグという)である。

【0020】

※のような車輪の車輪速を選択すると正確な基準車体速Vrefが得られない。従って、この実施例では基準車体速Vrefの演算に使用する車輪速として、最も高い車輪速を選択する。

【0021】

★ことで、車体の算出加速度G1も算出される(ステップS204)。

☆は否定であり、ステップS206に進み、今度はフラグFaが値1であるか否かを判別する(ステップS206)。このフラグFaは、1回目のスリップ制御時における基準車体速分離状態を記憶するためのプログラム制御変数である。ステップS206における判別結果も、ABS制御が実行されていない場合、或いはABS制御が開始された直後の場合には否定であり、図8のステップS208に進む。

【0023】ステップS208では、フラグF1が値1に設定されているか否かを判別する。このフラグF1は、前述した通り第1回目のスリップ制御を記憶するためのものである。従って、ABS制御が未だ開始されていない場合、或いはABS制御が開始されて1回目のスリップ制御が実行されている場合には、ステップS208の判別結果は肯定となり、ステップS210が実行される。

【0024】ステップS210では、算出加速度G1(走行方向に対し逆方向に加速されるので、負の値を示

7

す)が所定判別値Gsepl(例えば、-1.4g)より小であるかを判別する。前後Gセンサ26が検出する前後加速度FGSは、実際には応答遅れがあり、ブレーキペダルが踏み込まれた初期段階では、前後Gセンサ26により車体の前後加速度が正確に検出されない虞がある。そこで、上述の所定判別値Gseplは、前後Gセンサ26が検出する前後加速度FGSに応じた値に設定せずに、固定値に設定される。算出加速度G1が所定判別値Gse\*

$$V_{\text{refo}} = V_{\text{sel}}$$

そして、ステップS210の判別結果が否定である状態が継続する限り、ステップS214が繰り返し実行されて、ステップS204で求められた車輪速Vselが外輪側の基準車体速Vrefoとして引続き設定されることになる。図11は、第1回目のスリップ制御における、設定される基準車体速Vrefと基準車輪速Vselとの関係を示すグラフであり、同図は、ステップS210の判別結果が肯定になるまで、すなわち、図11に示す第1回目の分離点に到達するまで外輪側の基準車体速Vrefoとして車輪速Vselが設定されることを示している。

【0026】ブレーキ液圧が大になり、車輪の減速度が大になって、ステップS210の判別結果が肯定の場合、ステップS216に進み、1回目スリップ制御開始※

$$V_{\text{refo}} = V_{\text{refo}} + G_{\text{slp0}} \times \Delta t$$

ここに、Gslp0は所定加速度であり、例えば(-1.2g)に設定される。またΔtは、時間間隔である。この基準車体速演算ルーチンが一定の周期で実行されるのであれば、(Gslp0×Δt)は一定値である。基準車体速Vrefoの演算が終了すると、後述するステップS236が実行される。そして、タイマTMのカウント値が所定値XTMに到達するまでは繰り返しステップS223および★30

$$V_{\text{refo}} = V_{\text{refo}} + G_{\text{slp}} \times \Delta t$$

ここに、Gslpは前後加速度FGSに応じて設定される勾配係数である。

【0029】図13は、勾配係数Gslpと前後加速度FGSとの関係を示すグラフであり、前後加速度FGSがより小さい値である程、すなわち、減速度が大きい程、あるいは路面μが大である程、勾配係数Gslpは小さい値(絶対値大、勾配大の値)に設定され、基準車体速Vrefoは負の大きい勾配で減少する値に設定されることになる。なお、この勾配係数Gslpと前後加速度FGSとの関係は、演算される基準車体速Vrefoが実際の車体速度より大にならないように、余裕をみて設定されている。また、坂道においても前後加速度が検出されるので、前後加速度FGSが大きい場合であっても(例えば、-0.5g以上であっても)、勾配係数Gslpは、所定値より大きい値(絶対値では小さい値)に設定されないように考慮されている。

【0030】なお、タイマTMのカウント値が所定値XTMに到達する前に、上述の式(A5)によって演算される基準車体速Vrefoが車体速Vsel以下になると(ステップ☆50

8

\*plより小さい値でなければステップS214に進み、ステップS204で求めた基準車輪速Vselを外輪側の基準車体速Vrefo(この外輪側の基準車体速Vrefoは後述する内輪補正を行なわないので、特記しない場合には基準車体速Vrefとして使用される)として記憶装置に記憶した後、後述するステップS236に進む。

【0025】

…… (A4)

10※前フラグF1を値0に、第1回目の基準車体速分離状態を示すフラグFaを値1にそれぞれ設定すると共に、タイマTMに値0を設定する。そして、図9のステップS220に進み、上述のように設定した基準車体速Vrefoが基準車輪速Vsel以下であるかを判別する。基準車体速Vrefoが車輪速Vselより大である場合には、タイマTMのカウント値が所定値XTM(例えば、8msecに対応する値)に到達したか否かを判別する(ステップS222)。この答えが否であればステップS223に進み、タイマTMのカウント値を値1だけインクリメントした後、今回時の外輪側の基準車体速Vrefoを次式(A5)により演算する(ステップS224)。

【0027】

…… (A5)

★S224が実行され、順次基準車体速Vrefoが演算されていく(図11に示す所定値XTMに対応する時間が経過するまでの期間参照)。

【0028】タイマTMのカウント値が所定値XTMに到達してステップS222の判別結果が肯定になると、ステップS226が実行され、外輪側の基準車体速Vrefoを次式(A6)により演算する。

…… (A6)

☆S220の判別結果が肯定になると、後述するようにステップS228に進み、上述の式(A6)による基準車体速Vrefoの演算は行なわれないことは勿論のことである。

【0031】ブレーキ圧が減圧制御されると、車輪速Vselは回復し、やがて外輪側の基準車体速Vrefoが車輪速Vsel以下の値になる。このとき、ステップS220の判別結果が肯定になり、ステップS228において基準車体速分離フラグFaを値0にリセットすると共に、ステップS229において基準車体速Vrefoを基準車輪速Vselに設定し、後述するステップS236に進む。このようにして第1回目のスリップ制御を終え、第2回目のスリップ制御に入る。

【0032】フラグFaが値0にリセットされると、図7のステップS206の判別結果は否定となり、図8に示す、前述のステップS208が実行される。この場合、ステップS216の実行によりフラグF1は既に値0にリセットされているので、ステップS209が実行されることとなる。ステップS209では、算出加速度G

1が分離判別値Gsep 以下であるか否かを判別する。分離判別値Gsep は前後加速度FGSに応じて設定される。図13は、分離判別値Gsep と前後加速度FGSとの関係を示し、前後加速度FGSが小さい値、すなわち減速度が大である程、あるいは路面μが大である程、より小さい値に設定される。この場合にも、分離判別値Gsep と前後加速度FGSとの関係は、演算される基準車体速Vrefoが実際の車体速度より大に演算されないように、十分な安全を見込んで設定されている。

【0033】算出加速度G1が分離判別値Gsep 以下の値でなければ前述のステップS214に進み、ステップS204で求めたVsel 値を外輪側の基準車体速Vrefoとして記憶装置に記憶した後、後述するステップS236に進む。そして、ステップS209の判別結果が否定である状態が継続する限り、ステップS214が繰り返して実行されて、ステップS204で求められた車輪速Vsel が外輪側の基準車体速Vrefoとして引続き設定されることになる。図12は、第2回目以降のスリップ制御時における、設定された外輪側の基準車体速Vrefoの時間変化を示し、同図に示すように、第2回目の分離点以前では基準車体速Vrefoとして車輪速Vsel が設定されている。

【0034】ステップS209の判別結果が肯定の場合には、ステップS212に進み、基準車体速分離状態を\*

$$Vrefi = Vrefo - Lt \times \gamma$$

ここに、Lt はトレッドであり、γはヨーレートである。ヨーレートγは、車両が定常円旋回を行なっていると仮定し、ハンドル角をFθh、スタビリティファクタ※

$$\gamma = (Vrefo \times \rho h \times F\theta h) \div (1 + K \times Vrefo^2) \div Lw \quad \dots\dots (A8)$$

このように、内輪差を補正することにより内輪スリップ率を適切に制御することができ、制動力を増大させることができる。図14は、内輪差補正の有無による制動効果を示す。

【0037】なお、制御上のテクニックとして、ハンドル角Fθhの絶対値が所定値以上の大舵角のときにだけ内輪差補正を行なうようにしてもよい。

スリップ率の補正

次に、電子制御装置30によって実行されるスリップ率の補正手順について図15を参照して詳細に説明する。

【0038】電子制御装置30は、まず、ステップS40においてABS制御中であるか否かを判別する。そして、判別結果が否定の場合には、ステップS41において操舵補正值HSTRを値0に設定した後、初回補正值HOFFの演算を行なう(ステップS42)。突起乗り越し等において、一時的に車輪速が減速して車輪がロック傾向を示す。このような場合にABS制御が作動してしまうことを防止するために、基準車体速Vref に応じた初回補正值HOFFを設定し、この初回補正值HOFにより、前述の式(S1)によって演算したスリップ率★50

\*記憶するフラグFbに値1を設定して、図10のステップS230に進む。ステップS230では、設定した基準車体速Vrefoが基準車輪速Vsel 以下であるか否かを判別する。基準車体速Vrefoが車輪速Vsel より大である場合には、外輪側の基準車体速Vrefoを前述した式(A6)により演算して(ステップS232)、後述するステップS236に進む。そして、ステップS230の判別結果が肯定になるまでは繰り返しステップS232が実行され、基準車体速Vrefoが順次演算されていく(図12参照)。

【0035】ブレーキ圧が減圧制御されると車輪速Vsel は回復し、やがて外輪側の基準車体速Vrefoが車輪速Vsel 以下の値になる。このとき、ステップS230の判別結果が肯定になり、ステップS234において基準車体速分離フラグFaを値0にリセットすると共に、ステップS235において基準車体速Vrefoを基準車輪速Vsel に設定し、後述するステップS236に進む。このようにして第2回目のスリップ制御を終える。以下、第2回目のスリップ制御と同様に第3回目以降のスリップ制御が実行されていく。

【0036】外輪側の基準車体速Vrefoの演算が終わると、ステップS236が実行され、内輪側の基準車体速Vrefiが次式(A7)により演算される。

$$\dots\dots (A7)$$

※をK、ホイールベースをLw、ハンドルギア比をρhとすると、次式(A8)により演算することができる。

30★xをマイナス補正することによりブレーキ液圧の減圧制御の開始を遅らす。

【0039】図16は、基準車体速Vref と、その値に応じて設定される初回補正值HOFFとの関係を示す。車輪が突起を乗り越すと車輪速度に約2〜3km/hrの落ち込みがあり、基準車体速Vref が所定速度より低い時には、その落ち込みに対する補正量を高速時の補正量より大に設定し、所定速度を超えると突起乗り越しの影響も殆ど無視できるので、3%程度の小さい値に設定する。

40【0040】一方、ステップS40における判別結果が肯定、すなわち、ABS制御中の場合には、ステップS43において初回補正值HOFFを値0に設定した後、操舵補正值HSTRの演算を行なう(ステップS44)。図18は、操舵補正值HSTRの演算手順を示し、電子制御装置30は、まず、操舵速度FDθhが所定判別値XDθ以上であるか、すなわち、障害物回避等により急操舵されたか否かを判別する(ステップS441)。判別値XDθは、運転者の急操舵の意志を判別することができる適宜値に設定される。また、この判別値XDθを、操舵速度FDθhが増加しているときと、減

## 11

少しているときとで異なる値に設定してヒステリシス特性を設けるのが好ましく、このように異なる値に設定すると、制御のハンチングを防止することができる。

【0041】ステップS441の判別結果が否定の場合にはディレイタイマTDθのカウンタ値が所定値XTθ（例えば、1秒間に対応する値）以上であるか否かを判別し（ステップS443）、ステップS444において補正值HSTRを0に設定し、ステップS445においてフラグFLSTRを値0にリセットしたままにして当該ルーチンを終了する。なお、フラグFLSTRは急操舵、大舵角を記憶するためのプログラム制御変数である。

【0042】一方、ステップS441の判別結果が肯定の場合にはステップS442においてディレイタイマTDθのカウンタ値を0にリセットした後、ステップS443に進む。なお、急操舵状態が継続した場合には、ステップS441において肯定の判別結果が連続し、その都度、ステップS442においてディレイタイマTDθのカウンタ値を0にリセットされることになる。

【0043】ステップS443における判別結果が否定、すなわち、ディレイタイマTDθのカウンタ値が所定値XTθ（1秒）に到達していなければ、ステップS446においてカウンタ値TDθを値1だけ進め、ステップS447に進む。このステップでは、ハンドル角Fθhの絶対値が所定判別値XFθ以上であるか、すなわち、ハンドルが大きく操舵されたか否かを判別する。判別値XFθは、運転者の大操舵角操作を判別することができる適宜値に設定され、この判別値XFθも、ハンドル角Fθhが増加しているときと、減少しているときとで異なる値に設定してヒステリシス特性を与えるようにしてもよい。

【0044】ステップS447の判別結果が否定の場合には、前述のステップS444において補正值HSTRを値0に設定し、ステップS445においてフラグFLSTRを値0にリセットして当該ルーチンを終了するが、ステップS447の判別結果が肯定の場合、すなわち、急操舵かつ大舵角の場合には、ステップS448に進み、補正值HSTRを電子制御装置30に内蔵される記憶装置のマップから読み出す。図17は、ハンドル角Fθhと、その値に応じて読み出される補正值HSTRとの関係を示し、補正值HSTRは、ハンドル角Fθhの絶対値が所定判別値XFθより大きい領域でハンドル角Fθhに応じた値に設定される。そして、ステップS449に進み、フラグFLSTRを値1にセットして当該ルーチンを終了する。

【0045】ステップS443においてディレイタイマTDθのカウンタ値が所定値XTθ（1秒）に到達するか、ステップS447においてハンドル角Fθhの絶対値が所定判別値XFθより小になると、前述のステップS444およびS445が再び実行されて補正值HSTR

## 12

Rが値0に設定されると共にフラグ値FLSTRが0にリセットされる。

【0046】このように演算される操舵補正值HSTRを用いて前後輪の各スリップ率Sxをプラス補正することによりブレーキ液圧の緩め勝手に制御し、旋回性の向上が図られる。なお、フラグFLSTRは、後述する悪路補正值の演算において使用される。初回補正值HOF Fおよび操舵補正值HSTRの演算が終了すると、図15のステップS45が実行され、今度は悪路補正值HJDRが演算される。

【0047】図19は、スリップ率悪路補正值の演算手順を示し、これを図20の機能ブロック図を参照しながら詳細に説明する。悪路での制動力を向上させるには、スリップ率を大きくし、車輪をむしろロック状態に制御した方がよいことが分かっている。また、前後Gセンサ26は、車両の前後加速度を検出すると共に、大きい上下振動も検出することができる。そこで、前後Gセンサ26を用いて悪路走行時の上下振動を検出し、検出した上下振動により悪路を判定した場合には、スリップ率を100%に制御して車輪をロック状態にして制動させる。しかしながら、前後Gセンサ26は、悪路走行時でなくても、例えば減速初期にも上下振動を検出する場合があり、このような場合にスリップ率を100%に制御すると、ABS制御が不能になる。従って、前後Gセンサ26により悪路を検出する場合には、その検出精度を確保するために、後輪の車輪加速度FGxおよび前後加速度FGSによりフィルタリング処理が行なわれる。なお、方向安定性の確保や基準車体速Vrefの演算のために、非駆動輪である後輪のスリップ率は20%程度に制限される。

【0048】そこで、これをより詳細に説明すると、電子制御装置30は、まず、急操舵、大舵角を表すフラグFLSTRが値1に設定されているか否かを判別する。この判別結果が肯定の場合には、図20のスイッチ手段78が開成（オフ）されていることを意味し、このような場合にはステップS451に進んで、前輪の悪路補正值HJDRおよび後輪の悪路補正值HJDRRをそれぞれ値0に設定して当該ルーチンを終了する。急操舵、大舵角の旋回時には悪路補正を実行しない。

【0049】一方、ステップS450の判別結果が否定の場合には、後輪加速度FGrを増幅、フィルタリング等の信号処理を行い（ステップS452）、補正係数JDR2を演算する。これを、図20の機能ブロック図を参照してより詳しく説明すると、後輪の左右の車輪速センサ24、23から検出されるそれぞれの車輪加速度FGrr、FGrlを増幅手段80a、80bにより増幅する。このとき使用するゲインは図21から基準車体速Vrefに応じて設定される。すなわち、基準車体速Vrefが遅い場合には、ゲインは大きく設定される。次いで、ハイパスフィルタ手段81a、81bにおいて高周波成分の

みを取り出し、信号処理手段82a、82bにおいて取り出した信号の絶対値を得ると共に、その絶対値を所定の上限値でクリップし、このように信号処理した左右の悪路振動成分の内、大きい方の値を選択手段83において選択する。そして、選択した信号値をローパスフィルタ手段84においてフィルタリング処理（積分処理）した後、係数演算回路85において、ローパスフィルタ手段84の出力値JDR1に応じたフィルタ補正係数JDR2を演算する。

【0050】図22は、出力値JDR1と、その値に応じて演算される補正係数JDR2との関係を示し、出力値JDR1が第1の所定値（例えば、0.3 g）以下の場合にはフィルタ補正係数値JDR2を値0に、第2の所定値（例えば、0.8 g）以上のときには係数値1.0に、第1と第2の所定値間の値を取る場合には、出力値JDR1に比例して0～1.0間の値にそれぞれ設定される。車輪加速度の高周波成分JDR1から、悪路を検出する場合、出力値JDR1が上述のように第1の所定値以下の場合には悪路ではないと判定して、フィルタ補正係数値JDR2を0に設定するのである。そして、このように設定された係数値JDR2を乗算手段73に供給して、前後Gセンサ26により検出される上下振動成分の信号値に乗算することにより、悪路以外の理由で生じた上下振動が排除されることになる。

【0051】補正係数JDR2の演算が終了すると、図19のステップS454に進み、前後Gセンサ26が検

$$JD2 = GJD \times JD1$$

ここに、GJDは前後加速度FGSに応じて設定されるゲインであり、図23のゲインGJD-前後加速度FGSマップから求められる。悪路において前後Gセンサ26により観測される前後加速度FGSは、例えば、0.3～0.8 gの範囲にあるので、検出された前後加速度FGSがこの範囲内の値である場合にはゲインGJDを値1.0に設定し、他の範囲では、ゲインGJDを低く設定することにより悪路の識別を行う。

【0054】悪路度合JD2が求まると、ステップS457に進み、悪路度合JD2に応じた前輪の悪路補正值HJDRを求め（図20の演算手段76）、これをフィルタリング処理する（図20のローパスフィルタ手段77）。悪路でも一瞬上下振動が検出されない場合がある。このような場合に、直ちに減圧制御を開始すると空走感が生じ、好ましくない。そこで、上述のようなフィルタリング処理によって悪路補正值HJDRの急激な変化を防止している。

【0055】そして、求めた前輪の悪路補正值HJDRに応じた後輪の悪路補正值HJDRRを求める（図20の演算手段79）。図24は、悪路度合JD2と、この値に応じて設定される前輪の悪路補正值HJDRの関係を示し、悪路度合JD2が所定値（例えば、0.4 g）以

$$HSR = -HOF - HJDR + HSTR$$

\*出した前後加速度の生データGSを増幅、フィルタリング等の信号処理を行なう。より詳細には、前後Gセンサ26が検出した前後加速度GSを増幅手段70（図20）により増幅する。このとき使用するゲインは、前述した図21から基準車体速Vrefに応じて設定される。図26は、前後Gセンサ26の出力信号波形、および図20に示す信号処理手段の各点における信号処理波形を示し、図26の（A1）～（A4）は、非悪路における信号処理波形を、（B1）～（B4）は、悪路における信号処理波形をそれぞれ示す。増幅手段70の出力信号波形は、図26の（A1）、（B1）に示される。

【0052】次いで、ハイパスフィルタ手段71において高周波成分のみを取り出す。このフィルタリング処理により信号GSからDC成分、つまり前後加速度成分が除去される（図26の（A2）、（B2）参照）。そして、信号処理手段72によって、ハイパスフィルタ手段71によって取り出した高周波成分の絶対値を求め（図26の（A3）、（B3）参照）、この前後Gセンサの高周波成分である絶対値信号に、乗算手段73において前述した補正係数値JDR2を乗算した後、ローパスフィルタ手段74においてフィルタリング処理（積分処理）を行ない（図26の（A4）、（B4）参照）、信号JD1を得る（ステップS455）。

【0053】次に、図19のステップS456に進み、乗算値JD1に基づき、下式(H1)から悪路度合JD2を演算する（図20の悪路度合演算手段75）。

$$\dots\dots(H1)$$

※上のとき悪路補正值HJDRは100%に設定される。この悪路補正值HJDRは、スリップ率Sxに対してマイナズ補正されるので、この補正值で補正されたスリップ率SRxは、悪路補正值HJDRが100%に設定されたときには極めて小さい値になり、悪路において前輪ブレーキ液圧は確実にロック状態まで増圧制御されることになる。

【0056】一方、後輪の悪路補正值HJDRRは、前輪の悪路補正值HJDRに対して高々20%に抑えられる。図25は、前輪の悪路補正值HJDRと、この補正值に応じて設定される後輪の悪路補正值HJDRRとの関係を示し、前輪の悪路補正值HJDRが所定値（例えば、20%）に到達するまでは、これに比例して後輪の悪路補正值HJDRRが設定されるが、前輪の悪路補正值HJDRが所定値（20%）を超えると所定値（20%）一定に保持される。これにより、方向安定性が確保されると共に、基準車体速Vrefの演算が不能になる不都合が回避される。

【0057】悪路補正值HJDR、HJDRRの演算が終わると、図15のステップS46に進み、スリップ率補正量HSRを次式(H2)により演算する。

$$\dots\dots(H2)$$



そして、スリップ率演算手段 42 で演算したスリップ率  $S_x$  とスリップ率補正手段 44 によって演算された補正量 HSR とを加算手段 45 により加算して（ステップ S48）、スリップ率の補正ルーチンを終了する。

## 増減圧判定

次に、増減圧判定方法（図5のステップS5）について説明する。

【0058】この実施例におけるブレーキ液圧の増減圧判定は、基本的にはスリップ率 $SR \times$ および車輪加速度 $FG \times$ を入力とするファジィ推論により実行される。先ず、この基本ファジィ推論について説明すると、電子制御装置30の記憶装置には、図27ないし図29に示す3組のメンバシップ関数が記憶されている。図27は、\*

\* ファジィ入力<sub>i</sub>の各輪車輪加速度 $F G x_i$ に対するメンバシップ関数であり、図28は、ファジィ入力<sub>i</sub>の各輪スリップ率 $S R x_i$ に対するメンバシップ関数であり、図29は目標増減圧量 $I I$ を出力とするメンバシップ関数である。これらの関数において、PBはポジティブビック（正大）、PMはポジティブミディアム（正中）、PSはポジティブスモール（正小）、ZOはゼロ、NBはネガティブビック（負大）、NSはネガティブスモール（負小）をそれぞれ表す。

【0059】電子制御装置30の記憶装置には、また、表1に示す20個の基本ルールが記憶されている。

【0060】

【表1】

$$(Jx \neq PB, ISRx \neq PB \ \& \ ISRx \neq NB)$$

		スリップ率 $SR_x$			
		Z O	P S	P M	P B
車輪加速度 $FG_x$	P B	P B	P B	P S	P S
	P S	P S	P S	Z O	Z O
	Z O	P S	P S	Z O	N S
	N S	P S	Z O	N S	N B
	N B	Z O	N S	N B	N B

【0061】表1に示される基本ルールの幾つかを例示すると、下記の通りとなる。

IF FGx=NB and SRx=PB, THE  
N II=NB. (車輪加速度FGxがNB、且つ、ス  
リップ率SRxがPBであれば、目標増減圧量IIはN  
B)

IF FGx=ZO and SRx=PS, THEN II=PS. (車輪加速度FGxがZO、且つ、スリップ率SRxがPSであれば、目標増減圧量IIはPS)

なお、上表におけるルールは、後述する車輪加々速度  $J_x$  が  $P_B$  でなく、且つ、スリップ率積分値  $I_{SRx}$  が  $P_B$  でなく、且つ、スリップ率積分値  $I_{SRx}$  が  $N_B$  でない場合に成立するルールである。

【0062】電子制御装置30は、例えば、公知のMAX-MIN法および重心法により、演算された車輪加速度FGxおよびスリップ率SRxに応じた目標増減圧量IIが各輪毎に演算される。すなわち、1つのルールについて、演算された各輪の車輪加速度FGxおよびスリップ率SRxに応じて、各適合度を図27、28から求め、求めた2つの適合度の内小さい方の適合度(MIN法)に対応する目標増減圧量IIを図29から求める。そして、同様にして20個のルールの全てについて目標※50

※増減圧量ⅠIを求め、各ルール毎に求めた各目標増減圧量ⅠIを20個重ね合わせてその輪郭を求め（MAX法）、求めた輪郭が囲む図形の重心から最終的に目標増減圧量ⅠIを求める（重心法）。

【0063】上述のファジィ推論では、2つの入力、車輪加速度 $FGx$ およびスリップ率 $SRx$ に応じて目標増減圧量 $II$ を求めるようにしたが、ファジィ理論を用いて増減圧判定を行なうと、上述のような2つの入力に限らず多くの入力、つまり判断条件を設定することができ、木目の細かい増減圧制御を行なうことができるため、制御制度が向上し、ブレーキ液圧の油圧変動が減少する。従って、振動、騒音を低減させて乗り心地がよくなることことができる。

【0064】例えば、車輪加速度  $F_{Gx}$  のみでは、入力信号処理におけるフィルタ系の位相遅れによって、減圧制御の終了時点の判断が遅れる場合がある。これを防止するために、車輪加速度  $F_{Gx}$  より位相が進んでいる加速度  $F_{Gx}$  の微分値、すなわち、車輪加々速度  $J_x$  をファジィ入力に加えると、車輪速の回復傾向を早期に察知することができる。

【0065】図30は、追加したファジィ入力変数の車輪加々速度 $J_x$ に対して設定されたメンバシップ関数の例を示す。そして、表2は、車輪加々速度 $J_x$ がPBの

場合に追加されるルールを示す。

【0066】

\*【表2】

\*

( $J_x = PB$ )

		スリップ率 $SR_x$			
		ZO	PS	PM	PB
車輪 加速 度 $FG_x$	PB				
	PS				
	ZO				ZO
	NS			ZO	ZO
	NB		ZO	ZO	ZO

【0067】車輪加々速度 $J_x$ を加えてファジィ推論をする場合のルールは、例えば以下になる。

IF  $FG_x = NB$ ,  $SR_x = PB$  and  $J_x \neq PB$ ,  
THEN  $II = NB$ . (車輪加々速度 $FG_x$ がNBであり、且つ、スリップ率 $SR_x$ がPBであり、且つ車輪加々速度 $J_x$ がPBでなければ、目標増減圧量 $II$ は、表1からNB)

IF  $FG_x = NB$ ,  $SR_x = PB$  and  $J_x = PB$ ,  
THEN  $II = ZO$ . (車輪加々速度 $FG_x$ がNBであり、且つ、スリップ率 $SR_x$ がPBであり、且つ車輪加々速度 $J_x$ がPBであれば、目標増減圧量 $II$ は、表2からZO)

車輪加々速度 $J_x$ をファジィ推論に加えると、図31に示すように、車輪加々速度 $FG_x$ の増加傾向が、車輪加々速度 $J_x$ により1/4位相だけ早く検出することができ(図31(a)参照)、その分ブレーキ液圧の過剰な減圧(オーバシュート)を防止することができる。

【0068】また、スリップ率 $SR_x$ の積分値 $ISR_x$ をファジィ入力変数に加えると、極低 $\mu$ 路での走行や低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路への移行を早期に検出することができ ※

$$ISR_x = ISR_x + (SR_x - XS12) dt \quad \dots\dots(SS1)$$

このとき、演算される積分値 $ISR_x$ は、図33からも明らかなように負の値になる(図33の $t1$ 以前、 $t6 \sim t7$ 間)。

【0070】 $SR_x$ 値が所定値 $XS20$ 以上で、且つ、★

$$ISR_x = ISR_x + (SR_x - XS20) dt \quad \dots\dots(SS2)$$

このとき、演算される積分値 $ISR_x$ は、図33からも明らかなように正の値になる(図33の $t2 \sim t3$ 間、 $t4 \sim t5$ 間、 $t8 \sim t9$ 間)。そして、 $SR_x$ 値が所定値 $XS30$ (30%)以上の場合にはステップS54 ☆

$$ISR_x = ISR_x + (XS30 - XS20) dt \quad \dots\dots(SS3)$$

このとき、演算される積分値 $ISR_x$ は、図33からも明らかなように正の値になるが一定値( $XS30 - XS20$ )  $dt$ が加算されていくことになる(図33の $t3 \sim t4$ 間)。

※る。この目的のために、積分値 $ISR_x$ の演算手順を図32および図33を参照して説明する。電子制御装置30は、まず、ステップS50において各輪のスリップ率 $SR_x$ が所定値範囲 $XS12 \sim XS20$ (例えば、12~20%)内の値であるか否かを判別する。スリップ率 $SR_x$ が所定値範囲 $XS12 \sim XS20$ 内の値であれば、当該車輪のホイールシリンダには、最大摩擦を発生させるブレーキ液圧が供給されていることになり、このような場合には、上述した極低 $\mu$ 路での走行や低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路への移行を検出する必要がなく、ステップS51に進んで積分値 $ISR_x$ を0にリセットして当該ルーチンを終了させる。ステップS50の判別結果が肯定である限り(図33の $t1 \sim t2$ 間、 $t5 \sim t6$ 間、 $t7 \sim t8$ 間)、ステップS51が繰り返し実行され、積分値 $ISR_x$ は0に保持される。

【0069】一方、ステップS50の判別結果が否定の場合には、ステップS52に進み、スリップ率 $SR_x$ が上述の所定値 $XS12$ 以下であるか否かを判別する。判別結果が肯定の場合には、ステップS53に進んで次式(SS1)により積分値 $ISR_x$ を演算する。

★所定値 $XS30$ (例えば、30%)以下の場合にはステップS54における判別結果が肯定となり、このような場合にはステップS55が実行され、次式(SS2)により積分値 $ISR_x$ を演算する。

☆における判別結果が否定となり、このような場合にはステップS56が実行され、次式(SS3)により積分値 $ISR_x$ を演算する。

【0071】 $\blacklozenge \sim t4$ 間)。この演算は、積分値 $ISR_x$ が大きくなり過ぎることを防止している。極低 $\mu$ 路における走行時に車輪加々速度 $FG_x$ が小さいまま(ZO)、車輪がロック

19

状態に向かう場合があり、このような状態を積分値  $ISRx$  が  $PB$  (正大) であるか否かによって検出しようとするものである。

【0072】図34は、追加したファジィ入力変数のスリップ率積分値  $ISRx$  に対して設定されたメンバシップ

20

\*フ関数の例を示す。そして、表3は、スリップ率積分値  $ISRx$  が  $PB$  の場合に追加されるルールを示す。

【0073】

【表3】

(  $ISRx = PB$  )

		スリップ率 $SRx$			
		ZO	PS	PM	PB
車輪 加速 度 $FGx$	PB				
	PS				
	ZO			NS	NB
	NS			NB	
	NB				

【0074】スリップ率積分値  $ISRx$  が  $PB$  である場 20※Iは、表3からNS)

合のファジィルールは、例えば以下ようになる。

IF  $FGx = ZO$ ,  $SRx = PM$ ,  $ISRx \neq NB$  and  $ISRx \neq PB$ , THEN  $II = ZO$  (車輪加速度  $FGx$  が  $ZO$  であり、且つ、スリップ率  $SRx$  が  $PM$  であり、且つスリップ率積分値  $ISRx$  が  $NB$  でも  $PB$  でもなければ、目標増減圧量  $II$  は、表1から  $ZO$ )

IF  $FGx = ZO$ ,  $SRx = PM$  and  $ISRx = PB$ , THEN  $II = NS$  (車輪加速度  $FGx$  が  $ZO$  であり、且つ、スリップ率  $SRx$  が  $PM$  であり、且つスリ

ップ率積分値  $ISRx$  が  $PB$  であれば、目標増減圧量  $I \times 30$

スリップ率積分値  $ISRx$  をファジィ推論に加えると、図35に示すように、スリップ率  $SRx$  の時間変化が小さくても、スリップ率積分値  $ISRx$  の時間変化が大きくなり検出され、このスリップ率積分値  $ISRx$  の変化からブレーキ液圧を減圧勝手に制御すると、極低  $\mu$  路における所謂「グズグズ沈み」を防止することができる。

【0075】一方、表4は、スリップ率積分値  $ISRx$  が  $NB$  の場合に追加されるルールを示す。

【0076】

【表4】

(  $ISRx = NB$  )

		スリップ率 $SRx$			
		ZO	PS	PM	PB
車輪 加速 度 $FGx$	PB				
	PS				
	ZO	PB	PB	PB	PB
	NS				
	NB				

【0077】スリップ率積分値  $ISRx$  が  $NB$  である場合のファジィルールは、例えば以下ようになる。

IF  $FGx = ZO$ ,  $SRx = PM$ ,  $ISRx \neq NB$  and  $ISRx \neq PB$ , THEN  $II = ZO$  (車輪加速度  $FGx$  が  $ZO$  であり、且つ、スリップ率  $SRx$  が  $PM$  であり、且つスリップ率積分値  $ISRx$  が  $NB$  でも  $PB$  ★50

★でもなければ、目標増減圧量  $II$  は、表1から  $ZO$ )

IF  $FGx = ZO$ ,  $SRx = PM$  and  $ISRx = NB$ , THEN  $II = PB$  (車輪加速度  $FGx$  が  $ZO$  であり、且つ、スリップ率  $SRx$  が  $PM$  であり、且つスリップ率積分値  $ISRx$  が  $NB$  であれば、目標増減圧量  $I$  は、表4から  $PB$ )

## 21

スリップ率積分値  $ISRx$  をファジィ推論に加えると、図36に示すように、スリップ率積分値  $ISRx < 0$  になることから低 $\mu$ 路から高 $\mu$ 路への移行時を検出することができ、この検出によってブレーキ液圧の立ち上がりを早め、空走感を防止することができる。

## モータ駆動処理

次に、ハイドロリックユニット10のモータ駆動処理手順について詳細に説明する。

【0078】図37は、モータ駆動処理手段を示し、ABS制御開始又は終了判定手段61によりABS制御を開始するか終了したかを判定し、ABS切替手段62をABSオン又はABSオフに切り替える。ABS制御時には切替手段63を切り替えてモータ駆動電流  $IMTR$  の値により増圧、保持、減圧の何れかの処理を行なう。即ち、モータ駆動電流  $IMTR$  が、 $IMTR > 0$  のときには増圧手段64によりモータ駆動回路67を制御してブレーキ液圧を増圧し、 $IMTR = 0$  のときにはブレーキ液圧を当該液圧に保持し、 $IMTR < 0$  のときには減圧手段65によりモータ駆動回路67を制御して液圧を減圧する。また、ABS非制御時には終了処理手段66によりABS制御を終了する。

【0079】図38はABS制御時におけるブレーキ液圧の目標増減圧量  $II$  に対するモータ駆動電流  $IMTR$  を示し、目標増減圧量  $II$  が、所定値  $-XI$  (例えば、 $-43$ ) よりも小さい ( $II < -43$ ) のときにはモータ駆動電流  $IMTR$  を最小値  $IMTR_{min}$  (例えば、 $-25 [A]$ ) に設定してモータ16のゲインを最大にする。目標増減圧量  $II$  が ( $-43 < II \leq 0$ ) のときにはモータ駆動電流  $IMTR$  を0とし、目標増減圧量  $II$  が ( $> 0$ ) のときにはモータ駆動電流  $IMTR$  を連続的に変化させる。尚、増圧側において目標増減圧量  $II$  に対してモータ駆動電流  $IMTR$  にヒステリシスを持たせ、ハイドロリックユニット10のハンチングを防止する。

## モータ駆動処理ルーチン

次に、前記モータ駆動処理手順を図39のモータ駆動処理ルーチンを参照して説明する。

【0080】電子制御装置30は、図39に示すモータ駆動処理ルーチン(ステップS6)において、ABS制御が終了したか否かを判別し(ステップS61)、終了しない即ち、ABS制御をするときにはモータ駆動電流  $IMTR$  の演算ルーチン(ステップS62)に進み、モータ駆動電流  $IMTR$  の演算を行なう。そして、この演算したモータ電流  $IMTR$  が0か否かを判別し(ステップS63)、0で無いときには更に0よりも大きい ( $IMTR > 0$ ) か否かを判別し(ステップS64)、0よりも大きいときには増圧ルーチン(ステップS65)に進み、モータ駆動電流  $IMTR$  に後述するような修正を加えてステップS69に進む。0よりも小さいとき ( $IMTR < 0$ ) にはステップS69に進む。また、ステップ

## 22

S63の判別結果が肯定、即ち、演算したモータ駆動電流  $IMTR$  が0のときには減圧後処理ルーチン(ステップS67)に進み、減圧処理終了直後におけるモータ駆動電流  $IMTR$  に後述するような修正を加えてステップS69に進む。また、ステップS61の判別結果が肯定のとき即ち、ABS制御が終了したときには終了処理ルーチン(ステップS68)に進み、後述する所定の終了処理パターンに従ってモータ駆動電流  $IMTR$  を設定してステップS69に進む。ステップS69では上述のようにして設定されたモータ駆動電流  $IMTR$  を出力信号値  $I_{out}$  に設定し直して当該モータ駆動処理ルーチンを終了する。

## モータ駆動電流の演算

図40は、モータ駆動電流  $IMTR$  の演算ルーチン(ステップS62)におけるモータ駆動電流  $IMTR$  の演算の手順を示し、電子制御装置30は先ず、ABS制御中であるか否かを判別する(ステップS620)。この判別が肯定であれば直ちにステップS621に進むが、否定であれば、ステップS620aにおいてフラグF2に値1を設定してステップS621に進む。フラグF2はABS制御が開始されて初回の減圧制御が実行されているか、或いは2回目以降の減圧制御が実行されているかを記憶するプログラム制御変数である。ステップS621では、目標増減圧量  $II$  と、増圧・減圧状態を示すプログラムスイッチ  $TISW$  のオン・オフを読み込み、目標増減圧量  $II$  が0よりも大きい ( $II > 0$ ) か否かを判別し(ステップS622)、0より小さいときには所定値  $-XI$  (例えば、 $-43$ ) よりも大きいのか否か ( $-XI < II \leq 0$ ) を判別する(ステップS623)。この判別結果が否定のときにはモータ駆動電流  $IMTR$  を最小値  $IMTR_{min}$  ( $-25 [A]$ ) に設定し(図38)、肯定(Yes)のときにはモータ駆動電流  $IMTR$  を0(ステップS625)に設定して当該演算ルーチンを終了する。

【0081】ステップS622の判別答が肯定のときには図41のステップS625aに進み、プログラムスイッチ  $TISW$  がオンからオフに変化したか(図47(b))否かを判別する。この判別結果が否定の場合には何もせずにステップS626に進むが、肯定の場合にはステップS625bに進み、前述のフラグF2を値0にリセットしてステップS626に進む。プログラムスイッチ  $TISW$  がオンからオフに変化すると、1回目の減圧から増圧制御を終えて2回目の減圧制御を開始したことを意味し、このような場合にはフラグF2を値0にリセットして2回目の減圧制御が開始されたことを記憶する(図47(e))。

【0082】ステップS626では、フラグF2が1になっているか否かを判別する。このフラグF2は、前述した通り1回目の減圧制御時は1に、2回目以降は0に設定される。従って、1回目は1とされており、ステッ

ブS627に進みプログラムスイッチTISWがオフからオンに変化したか(図47(b))否かを判別し、その判別結果が肯定のときにはスリップサイクルTTAPLを0にし(図47(d))、モータ駆動電流の基準電流BIMTRをマップから読みだし、更にモータ駆動電流値ピーク値IMTRpを0にセットする(ステップS628)。

【0083】プログラムスイッチTISWは、IMTR>0のときはオン、IMTR<0のときにはオフとなる。また、TTAPLは、TISWがオフからオンに変化するときにTTAPLタイマがスタートし、TISWがオフになるとTTAPLタイマ値が保持される。基準電流BIMTRは、初回(ABS制御開始時)は、図44に示すように車体前後加速度FGSに応じた値に設定される。ステップS629に進みモータ駆動電流IMTRの補正值HTIMTR及びゲインGIMTRを演算し、これらの各値を使用してモータ駆動電流IMTRの\*

$$IMTR = (BIMTR + HTIMTR) \times GIMTR + HTIMTR$$

上式において、BIMTRは基準電流値、HTIMTRは補正值、GIMTRはゲインである。そして、モータ駆動電流IMTR(図47(a))は、TISWがオンの間ピーク値がホールドされる。

【0086】ステップS630においてモータ駆動電流IMTRを演算した後、図42のステップS631に進み、前回までのモータ駆動電流ピーク値IMTRpが今回演算したモータ駆動電流IMTRよりも大きいかなかを判別し、その判別結果が否定のときにはモータ駆動電\*

$$FIMTR = FIMTR + KIM(IMTR - FIMTR) \quad \dots (M2)$$

ここに、係数KIMは、1と0との間の値(0<KIM<1)に設定されるフィルタ定数である。また、ステップS634の判別結果が肯定のときにはFIMTRを今回演算した駆動電流IMTRに書き換える(ステップS636)。この増圧電流の平均レベルFIMTRは、モータ駆動電流IMTRが正(>0)のときには当該モータ駆動電流IMTRのローパスフィルタ(例えば、 $f_c = 1.5 \text{ Hz}$  相当)の出力値とし、負(<0)のときには無変化(保持)とされ、TISWがオフからオンに変化したときにはその直後に設定されるモータ電流IMTRを初期値として書き換えられる。また、ステップS631の判別結果が肯定のとき即ち、前回までのモータ駆動電流ピーク値IMTRpが今回演算したモータ駆動電流IMTRよりも大きいときにはモータ駆動電流ピーク値IMTRpをモータ駆動電流IMTRとして(ステップS633)、ステップS635に進む。そして、ステップS635又はステップS636において増圧電流の平均レベルFIMTRを演算した後スリップサイクルTTAPL(図47(d))の時間をカウントするスリップサイクルTTAPLカウンタのカウント値を1だけ進めて(ステップS637)、当該ルーチンを終了する。★50

\*演算を行なう(ステップS630)。

【0084】ゲインGIMTRは、目標増減圧量IIに従ってモータ駆動電流IMTRに乘ずる値で図45に示すように目標増減圧量IIに応じて設定されており、且つヒステリシスを持っている。即ち、目標増減圧量IIをモータ駆動電流IMTRのゲインとすることによりスリップ率に応じた増圧をさせる。また、補正值HTIMTRは、再加圧後からの経過時間即ち、スリップサイクルTTAPLが長い(例えば、800ms以上)場合には、現在の液圧とスリップ限界液圧との間に大きな開きがあることが予想され、これを補正するための値で、図46に示すように設定されている。この補正により再加圧時における加圧量が小さ過ぎた場合でも液圧は即座にリカバーされるために適度なスリップサイクルが保持される。

【0085】ステップS630におけるモータ駆動電流IMTRの演算は、下式(M1)により実行される。

$$\dots (M1)$$

※流のピーク値IMTRpを今回演算したモータ駆動電流IMTRに書き換えて(ステップS632)ステップS634に進む。ステップS634においてTISWがオフからオンに変化した(図47(b))か否かを判別し、変化しないときには増圧電流の平均レベルFIMTR(図47(c))を下式(M2)により算出する(ステップS635)。

【0087】

★【0088】図41のステップS626の判別結果が否定のとき即ち、フラグF2が0(2回目以降の減圧制御)のときには図43のステップS640に進み、TISWがオフからオンに変化したか否かを判別する。ステップS640の判別は、2回目以降のスリップ制御開始におけるモータ基準電流値BIMTRを設定するために行なうもので、否定のときには直ちに図41のステップS629に進むが、肯定のときには第1回目スリップ制御におけるスリップサイクルTTAPLカウンタのカウント値が所定値T144(例えば、144msに対応する値)よりも大きいかなかを判別(ステップS641)し、大きい(TTAPL>T144)ときにはモータ基準電流BIMTRを下式(M3)により演算する(ステップS642)。

【0089】

$$BIMTR = C1 \times FIMTR \quad \dots (M3)$$

ここに、係数C1は、例えば、値(4/5)とされ、従って、上記モータ基準電流BIMTRは、 $BIMTR = (4/5) \times FIMTR$ となる。即ち、第2回目スリップ制御の開始時の基準電流BIMTRは、第1回目スリップ制御において最期に演算された平均レベルFIMT

25

Rの(4/5)倍に設定される。

【0090】また、スリップサイクルTTAPLのカウント値が所定値T144よりも小さい(TTAPL<T144)ときにはモータ基準電流BIMTRを下式(M4)により演算(ステップS643)する。

$$BIMTR = C2 \times FIMTR \quad \dots (M4)$$

ここに、係数C2は、係数C1よりも小さい例えば、値(2/3)とされ、従って、上記モータ基準電流BIMTRは、 $BIMTR = (2/3) \times FIMTR$ となる。スリップサイクルTTAPLが時間144msよりも短いときにはブレーキ液の込め周期が短いことを意味し、このような状態にあるときにモータ基準電流BIMTRを演算する際に係数C1を使用すると初期増圧が大き過ぎて悪循環を来す虞れがあるために、当該係数C1よりも小さい係数C2を使用してモータ基準電流BIMTRを算出する。

【0091】ステップS642又はS643においてモータ基準電流BIMTRを演算した後スリップサイクルTTAPLのカウントを初期値0にリセットし、モータ駆動電流ピーク値IMTRpを0にして(ステップS644)、前述したステップS629(図41)以下のステップを実行する。このようにしてモータ基準電流BIMTRは、モータ駆動電流IMTRの履歴から算出する。即ち、モータ直動式ハイドロリックユニット10(図2)では、モータ電流、モータトルク、ブレーキ液圧は、比例関係にあるため、スリップ直前のモータ電流(増圧電流の平均レベルにFIMTRに相当)を記憶し、再加圧時に使用する。これにより図48に実線で示すようにブレーキ液圧を速やか、且つ正確に再加圧することができる。図中点線は、増圧電流の平均レベルFIMTRを使用しない場合の再加圧の変化を示す。また、再加圧時の加圧量が小さ過ぎた場合でも、モータ駆動電流IMTRの演算の際にスリップサイクル値TTAPLに応じて設定される補正值HTIMTR(図46)を使用する(ステップS629)ことにより、液圧は、図49の実線で示すように即座にリカバーされ、適度なスリップサイクルが保持される。図中点線は、モータ駆動電流IMTRの演算に際して補正值HTIMTRを使用しない場合を示す。

増圧時のモータ制御

次に、ブレーキ液圧の増圧制御について説明する。

【0092】ブレーキ液圧を増圧する場合、モータ直動式ハイドロリックユニット10(図2)のモータの慣性、負荷によるヒステリシスと空回りとを考慮して図50に実線で示すようにモータ駆動電流IMTRを所定時間間隔例えば、100ms毎にステップ状に変化させ、且つ起動パルスを所定時間毎に付加してモータ16(図2)を駆動する。即ち、ブレーキ液圧が緩増圧時には、モータは、殆ど停止した状態となっており、微小にモータ駆動電流IMTRを増大しても液圧は、図51の点線

26

で示すようにスムーズに追従しない。この対策としてモータ駆動電流IMTRに所定時間例えば、100ms毎に起動パルスを付加して液圧の追従性を向上させる。この起動パルスの電流値は、モータ16の最大許容電流IMTRmax(例えば、25[A])とされる。尚、図中点線は、従来の制御方法によるモータ駆動電流を示す。

【0093】また、氷上路等での減圧時にピストン13(図2)がシリンダボトムまで下がった場合、その後の増圧時にモータ16が回転を開始してからピストン13が動き始まるまでにタイムラグが発生し、これに伴い図52に点線で示すように液圧が増加する際にタイムラグが発生する。この対策として、低μ判定(車体加速度FGS>-0.2g)で、且つ大減圧(例えば、72ms(但し、初回スリップ判定時は200ms)に亘り減圧)後の増圧開始時には、通常よりも長時間(例えば、TLG=24ms)、その他の場合には短時間(TST=8ms)前記起動パルスを付加して、実線で示すように液圧のタイムラグを減少させる。

【0094】次に、前記増圧制御を図53及び図54のフローチャートを参照しつつ説明する。図53の増圧ルーチンS65において、まず、制御フラグFTMが1か否かを判別する(ステップS650)。この制御フラグFTMは、最初の起動パルスの付加時には0とされており、2回目の起動パルスの付加時までには1にセットされる。従って、ステップS650の判別結果が否定となり、プログラムスイッチTISW(図47(b))がオフからオンに変化したか否かを判別し(ステップS651)、TISWがオフからオンに変化したときには、低μ路か否かを判別する(ステップS652)。この判別は、上述したモータ16の空回りからの増圧時における不都合を回避するためのもので、前後加速度FGSが所定値(例えば、-0.2g)より大、且つ直前の減圧制御が所定時間(例えば、1回目のスリップ制御時には200msに、2回目以降のスリップ制御時には72msに設定される)以上に亘って継続した場合には、判別結果が肯定になってTACC値として所定値TLG(例えば24msに対応する)が設定される(ステップS653)。一方、ステップS652の判別結果が否定の場合には、TACC値として所定値TST(例えば、8msに対応する値)が設定される(ステップS654)。

【0095】次に、ステップS655に進み、モータ駆動電流IMTRに100ms毎に起動パルスを付加する時間をカウントするタイマTM1、モータ駆動電流IMTRの最初(立上り時)に付加する起動パルスの時間(パルス幅)TACC値をカウントするタイマTM2を共に値0にリセットし、モータ駆動電流IMTRをIMTRmax(25[A])に書き換え(ステップS656)、タイマTM2のカウント値を1進め(ステップS657)、更にタイマTM1のカウント値を1だけ進め

27

て(ステップS660)、当該ルーチンを終了する。

【0096】後述するように、タイマTM1の時間が100ms以内の間は制御フラグFTMが0であり、その間ステップS650の判別結果は否定となり、引き続きステップS651が実行される。また、プログラムスイッチTISWは、今回はオンになっており(図47(b))、従って、ステップS651の判別結果が否定となり、ステップS658に進み、タイマTM2のカウンタ値がTACC値以上であるかを判別する。タイマTM2のカウンタ値がTACC値以内のときにはステップS656に進み、モータ駆動電流をIMTRmaxに保持する。ステップS658の判別結果が肯定のとき即ち、タイマTM2のカウンタ値がTACC値に達するとモータ駆動電流IMTRが通常値に戻り、タイマTM1のカウンタ値がT100に達したか否かを判別し(ステップS659)、T100に達していないときにはタイマTM1のカウンタ値を1だけ進めて(ステップS660)、当該ルーチンを終了する。

【0097】ステップS659においてタイマTM1のカウンタ値がT100(100msに対応する値)に達すると1回目の起動パルス付加制御が終了し(図50)、図54のステップS661に進み、フラグFTMを1にセットし、タイマTM1、TM3のカウンタ値を夫々0にリセットしてステップS662に進む。タイマTM3は、モータ駆動電流IMTRを前記100ms毎にステップ状に変化させるための休止時間(例えば、8ms)と、2回目に降付加する起動パルスの時間(8ms)とをカウントするためのもので、ステップS662では、このタイマTM3のカウンタ値が所定値T16(16msに対応する値)以上になったか否かを判別し、達していないときには、更に所定値T8(8msに対応する値)以上になったか否かを判別する(ステップS663)。タイマTM3のカウンタ値がT8に達していないときには、モータ駆動電流IMTRを0(図50)に設定して(ステップS664)、タイマTM3のカウンタ値を1だけ進め(ステップS667)、ステップS660(図53)に進む。

【0098】このときフラグFTMは1にセットされており、ステップS650の判別結果が肯定となり、ステップS662(図54)に進む。そして、タイマTM3のカウンタ値がT16(16ms)以内、且つステップS663の判別結果が肯定即ち、タイマTM3のカウンタ値がT8(8ms)以上になるとモータ駆動電流IMTRを最大値IMTRmaxに書き換えて(ステップS666)、モータ駆動電流IMTRに2回目の起動パルスを付加してステップS667に進む。

【0099】そして、ステップS650、S662、S663が繰り返して実行され、タイマTM3のカウンタ値がT16以上になるとステップS662の判別結果が肯定となり、フラグFTMを0にリセットして(ステップ

28

S665)、ステップS667に進む。そして、再び、ステップS651、S658、S659が実行されるようになり、タイマTM1のカウンタ値がT100(100ms)を超えるまでモータ駆動電流IMTRが通常値に戻る。このようにして、100ms毎に起動パルスが付加されていく。

減圧終了時のモータ制御

次に、ブレーキ液圧の減圧制御について説明する。

【0100】ブレーキ液圧を減圧する場合、モータ直動式ハイドロリックユニット10(図2)では、モータ16の慣性とピストン13に加わる正圧のためにモータ駆動電流IMTRを0にしても減圧は直ぐには止まらない。そこで、図55に実線で示すようにモータ駆動電流IMTR<0の減圧時には、モータを連続的に駆動し、モータ電流IMTR=0のモータ停止時には、最大許容電流(+25[A])を所定時間(例えば、8ms)だけ停止電流として流す。即ち、モータ停止時に当該モータを一瞬逆転させて減圧を止める。図56は、モータの駆動電流IMTRとホイールシリンダ(W/C)のブレーキ液圧との関係を示し、停止電流を加えたときには実線のようにモータ電流IMTRの変化に追従してブレーキ液圧が停止する。図中点線は、停止電流を加えない場合を示す。尚、増圧時は、ピストン圧がモータを停止させる方向に作用するために前記停止電流は不要である。

【0101】次に、図57のフローチャートを参照しつつ減圧処理について説明する。図57の減圧処理ルーチンS67において、制御フラグFTM2が1であるかを判別する(ステップS671)。この制御フラグFTM2は、初期状態において0とされている。従って、ステップS671の判別結果が否定となり、ステップS672に進み、モータ駆動電流IMTRが負から0に変化したか否かを判別する。この判別結果が否定、即ち、減圧中のときには当該ルーチンを終了し、肯定、即ち、停止時には停止電流の付加時間をカウントするタイマTM4のカウンタ値を0にリセットすると共に前記フラグFTM2を1にセットする(ステップS673)。次に、タイマTM4のカウンタ値が前記T8(8ms)に達したか否かを判別し(ステップS674)、8ms以内のときにはタイマTM4のカウンタ値を1だけ進め(ステップS675)、モータ駆動電流IMTRを最大値IMTRmax(+25[A])に書き換え(ステップS676)、当該ルーチンを終了する。

【0102】フラグFTM2は、1とされており、従って、ステップS671の判別結果が肯定となり、ステップS674に進む。そして、ステップS674の判別結果が肯定、即ち、タイマTM4のカウンタ値がT8に達したときには前記フラグFTM2を0にして(ステップS677)当該ルーチンを終了する。このようにしてモータ停止時に一瞬(8ms)当該モータを逆転させる。

モータ駆動終了処理

ABS制御終了時には終了処理ルーチンS68(図39)により、図58に示すようにモータ駆動電流IMTRを0にした直後、間歇的に数回例えば、3回最大電流+25[A]を加え、最後(3回目)の電流を徐々に0にし、ホイールシリンダへのブレーキ液の終了込めを実施してピストン13(図2)をシリンダ12の上端に戻す。

【0103】なお、本発明のアンチスキッドブレーキング方法は、スリップ率の演算に特徴があり、本発明方法により演算されるスリップ率を使用して、どの様にブレーキ液圧を増減制御するかは、種々の方法を適用することができ、実施例のようなファジィ推論による方法に限定されないことは勿論のことである。また、本実施例では、ホイールシリンダとマスタシリンダ間の油路に、モータ直動式ハイドロリックユニット(HU)10を配設し、このユニット10によってブレーキ液圧を制御するようにしたが、本発明の適用は、このハイドロリックユニット(HU)10に限定されないことも、勿論のことである。

#### 【0104】

【発明の効果】以上の説明で明かなように、本発明のアンチスキッドブレーキング方法に依れば、操舵装置の操舵角を検出し、車両旋回時に検出した操舵角に応じて基準車体速度の内輪差を補正し、補正した基準車体速度に基づいてスリップ率を演算するようにしたので、急旋回時の内輪、外輪の各スリップ率がそれぞれ適切に制御されることになり、急旋回時にも十分な制動力が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法が適用されるABS装置の全体構成の概略を示すブロック図である。

【図2】図1に示すハイドロリックユニット(HU)10のより詳細な構成を示す油圧回路図である。

【図3】図1に示す電子制御装置30の、入力信号処理の機能ブロック図である。

【図4】図1に示す電子制御装置30の、ABS制御の機能ブロック図である。

【図5】図1に示す電子制御装置30により実行されるABS制御の制御手順を示す、メインルーチンのフローチャートである。

【図6】スリップ率Sと摩擦係数 $\mu$ との関係を示すグラフである。

【図7】図1に示す電子制御装置30により実行される基準車体速演算の手順を示すフローチャートの一部である。

【図8】図7に示すフローチャートに続く、基準車体速演算手順のフローチャートの他の一部である。

【図9】図7および図8に示すフローチャートに続く、基準車体速演算手順のフローチャートの、更に別の一部である。

【図10】図7、図8および図9に示すフローチャートに続く、基準車体速演算手順のフローチャートの残部である。

【図11】第1回目のスリップ制御における基準車体速Vrefと基準車輪速Vselとの関係をグラフである。

【図12】第2回目以降のスリップ制御における基準車体速Vrefと基準車輪速Vselとの関係をグラフである。

【図13】前後加速度FGSと、それによって設定される勾配係数Gslpおよび分離係数Gsepとの関係を示すグラフである。

【図14】基準車体速Vrefの内輪差補正を行なった場合の効果を示す、実車体速度および実車輪速度の時間変化を示すグラフである。

【図15】図1に示す電子制御装置30により実行される、スリップ率補正値の演算手順を示すフローチャートである。

【図16】基準車体速Vrefと、それによって設定される初回補正値HOF Fとの関係を示すグラフである。

【図17】ハンドル角絶対値F $\theta$ hと、それによって設定される操舵補正値HSTRとの関係を示すグラフである。

【図18】図1に示す電子制御装置30により実行される、スリップ率操舵補正値の演算手順を示すフローチャートである。

【図19】図1に示す電子制御装置30により実行される、スリップ率悪路補正値の演算手順を示すフローチャートである。

【図20】図1に示す電子制御装置30の、スリップ率悪路補正値の演算のための機能ブロックである。

【図21】スリップ率悪路補正値の演算に使用する、基準車体速Vrefとそれによって設定されるゲインとの関係を示すグラフである。

【図22】スリップ率悪路補正値の演算に使用する、出力値JDR1と補正係数JDR2との関係を示すグラフである。

【図23】車輪加速度FGSと、それによって設定されるゲインとの関係を示すグラフである。

【図24】悪路度合JD2と、それによって設定される前輪側の悪路補正値HJDRとの関係を示すグラフである。

【図25】前輪側の悪路補正値HJDRと、それによって設定される後輪側の悪路補正値HJDRRとの関係を示すグラフである。

【図26】図20に示す機能ブロック図の各点における信号波形を示すグラフである。

【図27】電子制御装置30が増減圧判定に使用する、車輪加速度FGxに対するメンバシップ関数のグラフである。

【図28】電子制御装置30が増減圧判定に使用する、



31

スリップ率 $SR_x$ に対するメンバシップ関数のグラフである。

【図29】電子制御装置30が増減圧判定に使用する、目標増減圧量 $I$ に対するメンバシップ関数のグラフである。

【図30】電子制御装置30が増減圧判定に使用する、車輪加々速度 $J_x$ に対するメンバシップ関数のグラフである。

【図31】車輪加速度 $FG_x$ 、車輪加々速度 $J_x$ 、基準車速 $V_{ref}$ 、車輪速度 $FV_x$ 、およびブレーキ液圧の時間変化を示すグラフである。

【図32】電子制御装置30が実行する、スリップ率積分ルーチンのフローチャートである。

【図33】スリップ率 $SR_x$ およびそれを積分して得られるスリップ率積分値 $ISR_x$ の時間変化を示すグラフである。

【図34】電子制御装置30が実行する、スリップ率積分ルーチンのフローチャートである。

【図35】スリップ率 $SR_x$ 、スリップ率積分値 $ISR_x$ 、基準車速 $V_{ref}$ 、および車輪速度 $FV_x$ の各時間変化を示すグラフである。

【図36】スリップ率積分値 $ISR_x$ 、基準車速 $V_{ref}$ 、車輪速度 $FV_x$ 、およびブレーキ液圧の各時間変化を示すグラフである。

【図37】図4のモータ駆動処理手段の機能ブロック図である。

【図38】図37のモータ駆動処理手段による目標増減圧量とモータ駆動電流との関係を示すグラフである。

【図39】図5のモータ駆動処理ルーチンのフローチャートである。

【図40】図39のモータ駆動処理ルーチンにおけるモータ駆動電流演算ルーチンのフローチャートである。

【図41】図40のフローチャートの一部を示すフローチャートである。

【図42】図40のフローチャートの一部を示すフローチャートである。

【図43】図40のフローチャートの残部を示すフローチャートである。

【図44】車体加速度とモータ駆動電流の基準電流との

32

関係を示すグラフである。

【図45】目標増減圧量とモータ駆動電流を演算するためのゲインとの関係を示すグラフである。

【図46】スリップサイクルとモータ駆動電流の補正值との関係を示すグラフである。

【図47】モータ駆動電流、プログラムスイッチ、増圧電流の平均レベル、スリップサイクルを示すタイムチャートである。

【図48】ABS制御時における車輪速、ブレーキ液圧の変化を示すグラフである。

【図49】ABS制御時における車輪速、ブレーキ液圧の変化を示すグラフである。

【図50】増圧時におけるモータ駆動電流を示すグラフである。

【図51】増圧時におけるブレーキ液圧の変化を示すグラフである。

【図52】増圧時におけるブレーキ液圧のタイムラグを示すグラフである。

【図53】増圧ルーチンのフローチャートである。

【図54】図53の増圧ルーチンの一部を示すフローチャートである。

【図55】モータ停止時における駆動電流を示すグラフである。

【図56】モータ停止時におけるブレーキ液圧変化を示すグラフである。

【図57】減圧後処理ルーチンのフローチャートである。

【図58】ABS終了時におけるモータ駆動電流を示すグラフである。

【符号の説明】

3～6 ブレーキ装置

7 ハンドル

8 ブレーキペダル

9 マスタシリンダ

10 モータ直動式ハイドロリックユニット

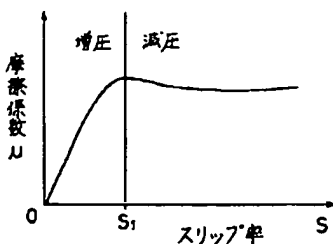
21～24 車輪速センサ

25 ハンドル角センサ

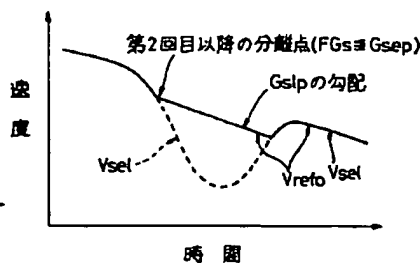
26 加速度センサ

30 電子制御装置

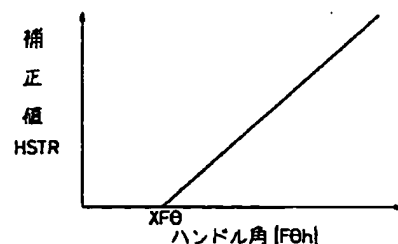
【図6】



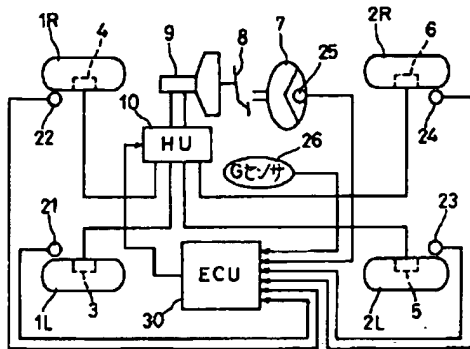
【図12】



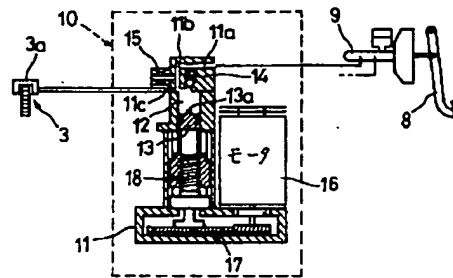
【図17】



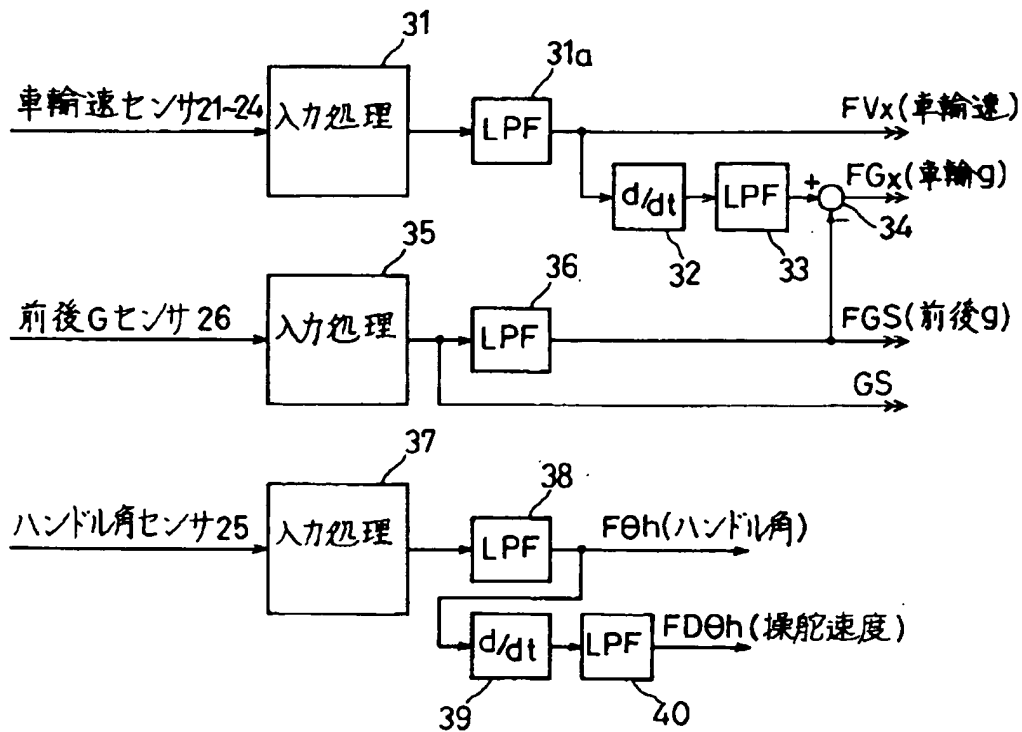
【図1】



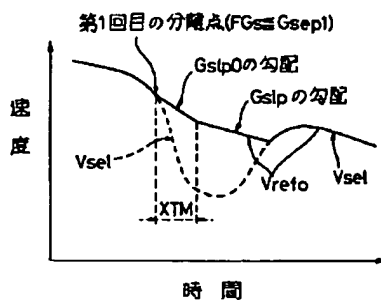
【図2】



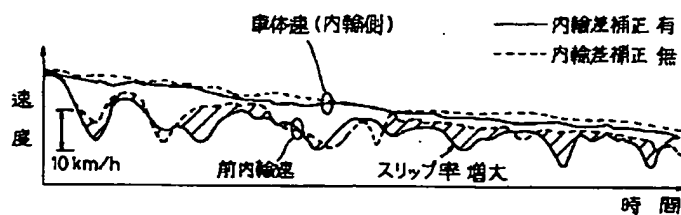
【図3】



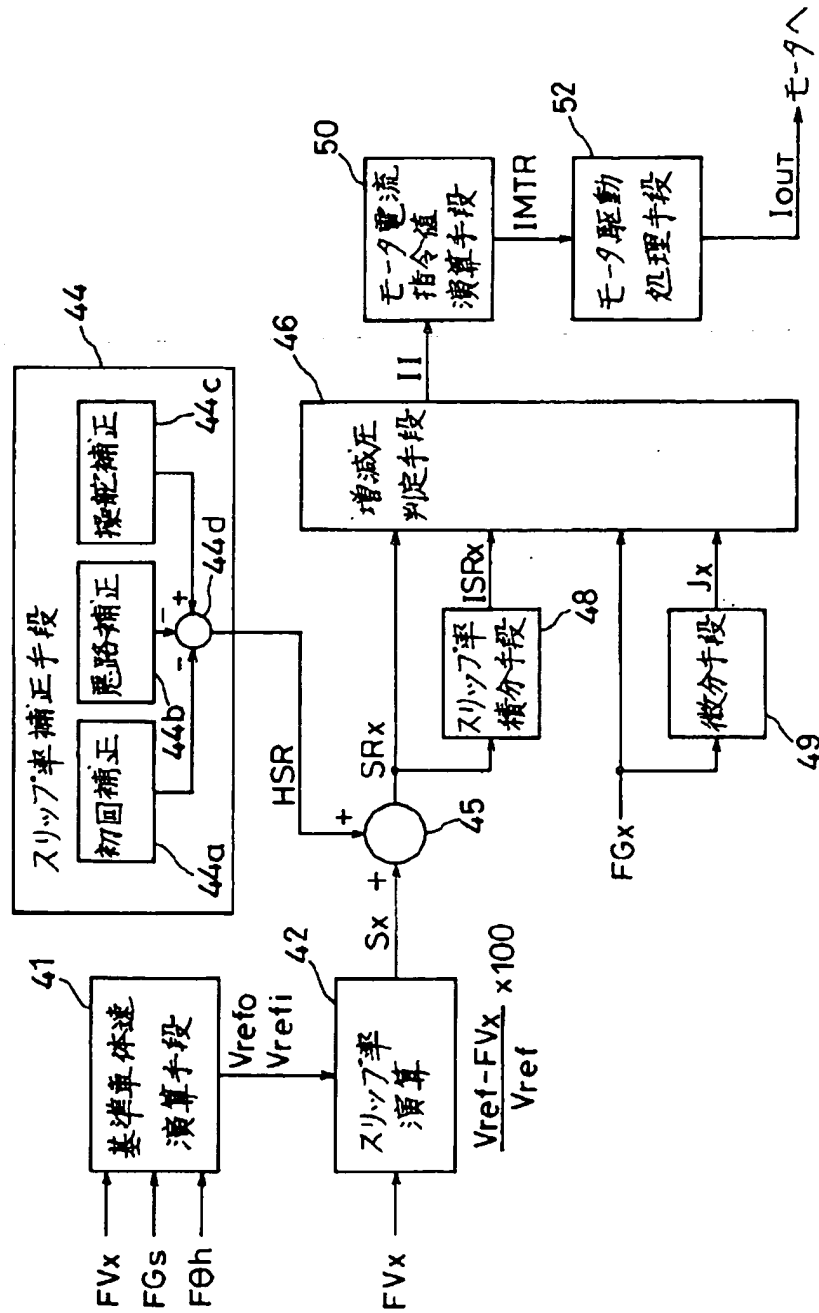
【図11】



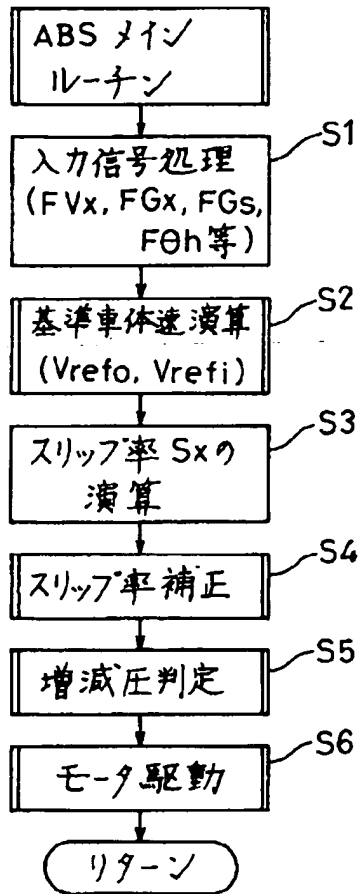
【図14】



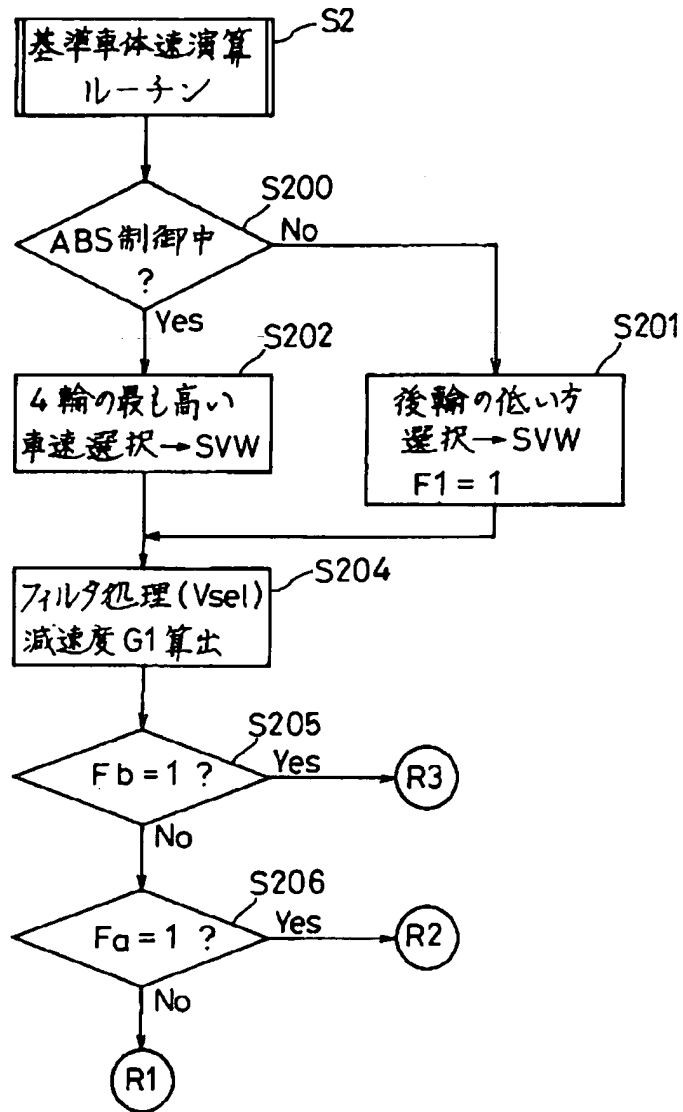
【図4】



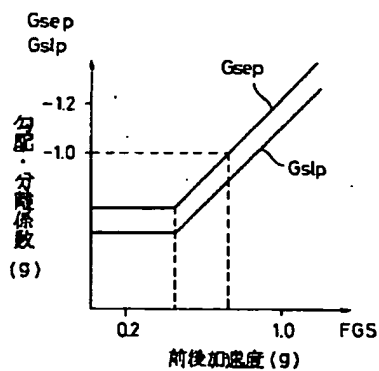
【図5】



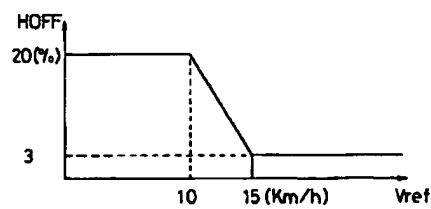
【図7】



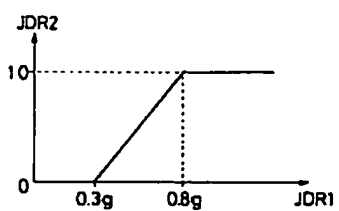
【図13】



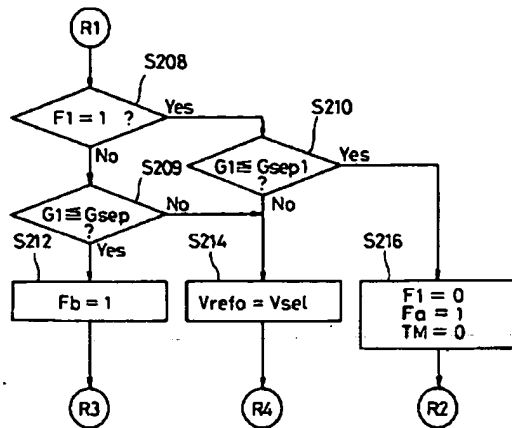
【図16】



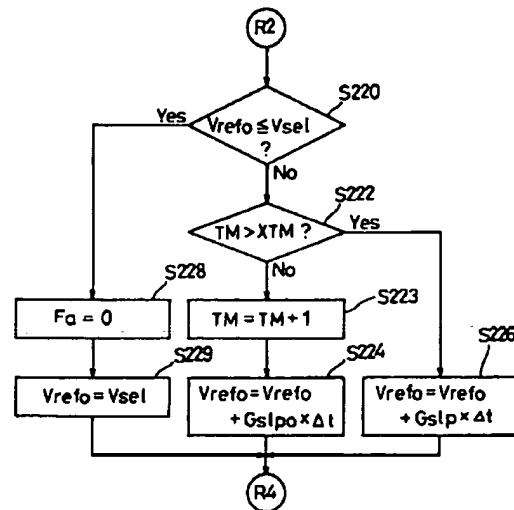
【図22】



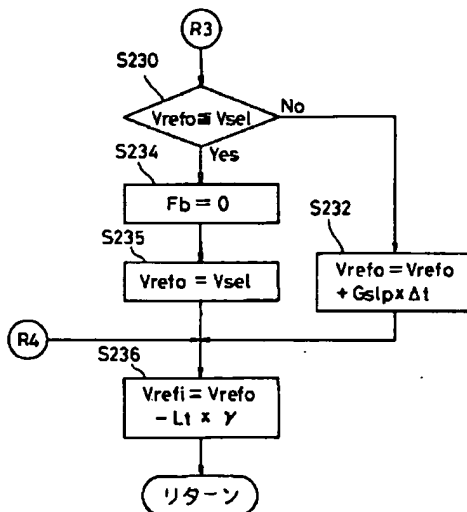
【図8】



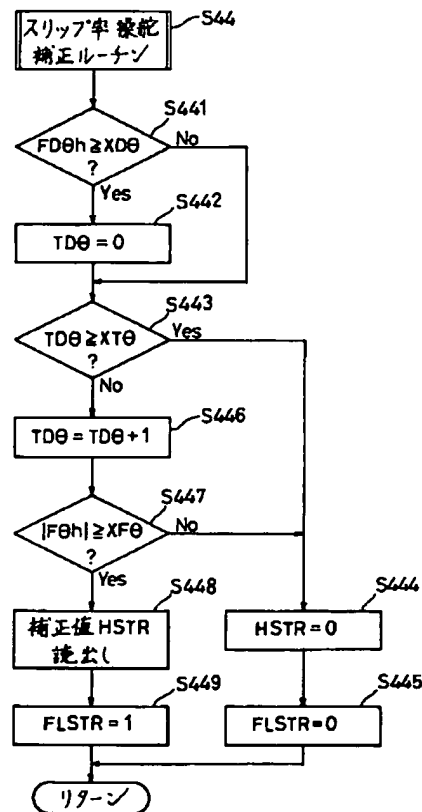
【図9】



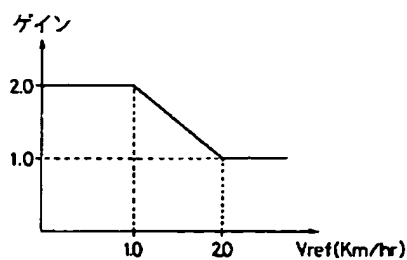
【図10】



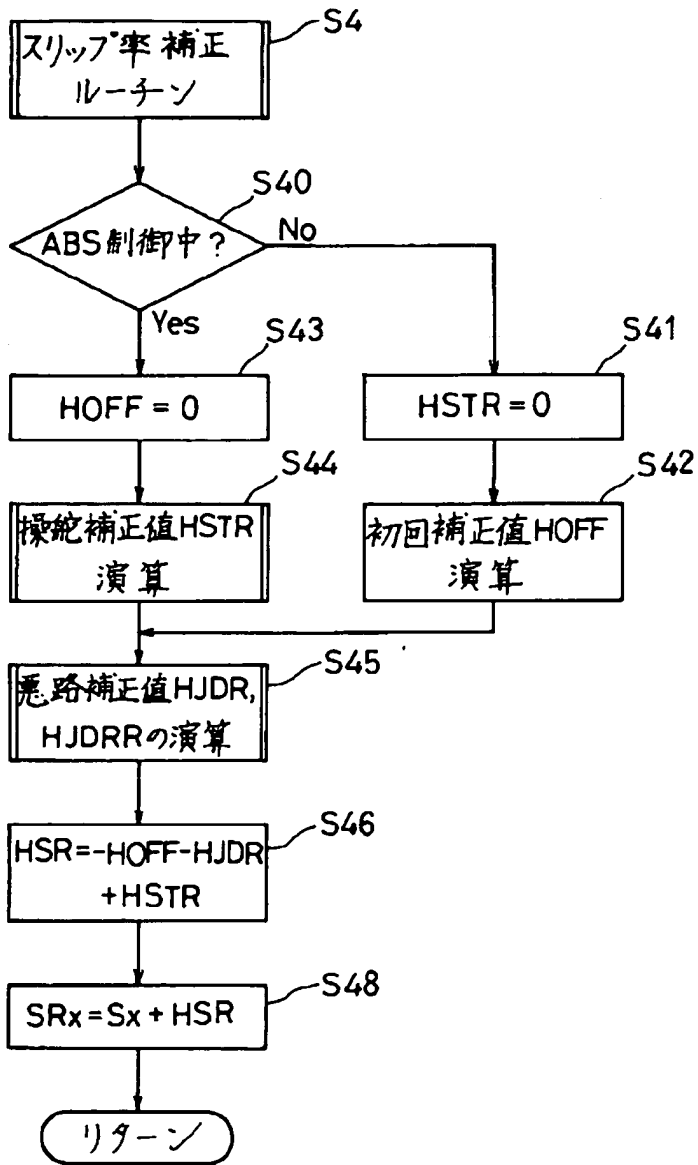
【図18】



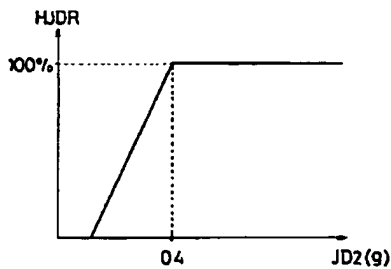
【図21】



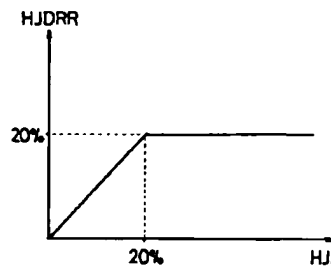
【図15】



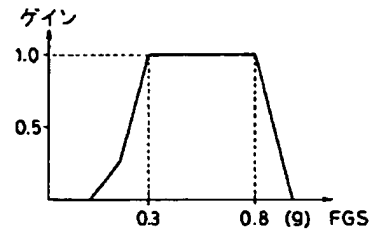
【図24】



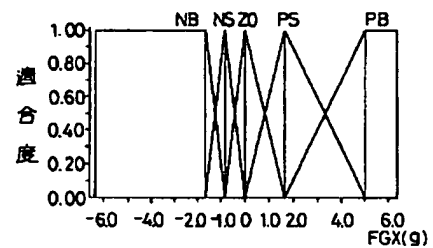
【図25】



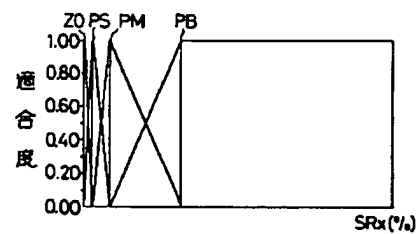
【図23】



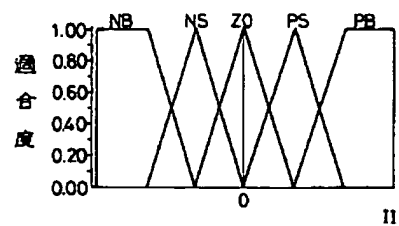
【図27】



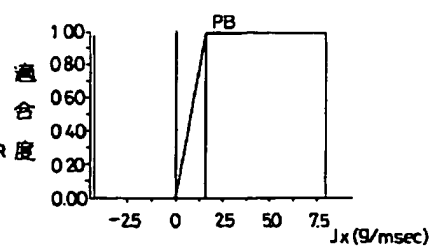
【図28】



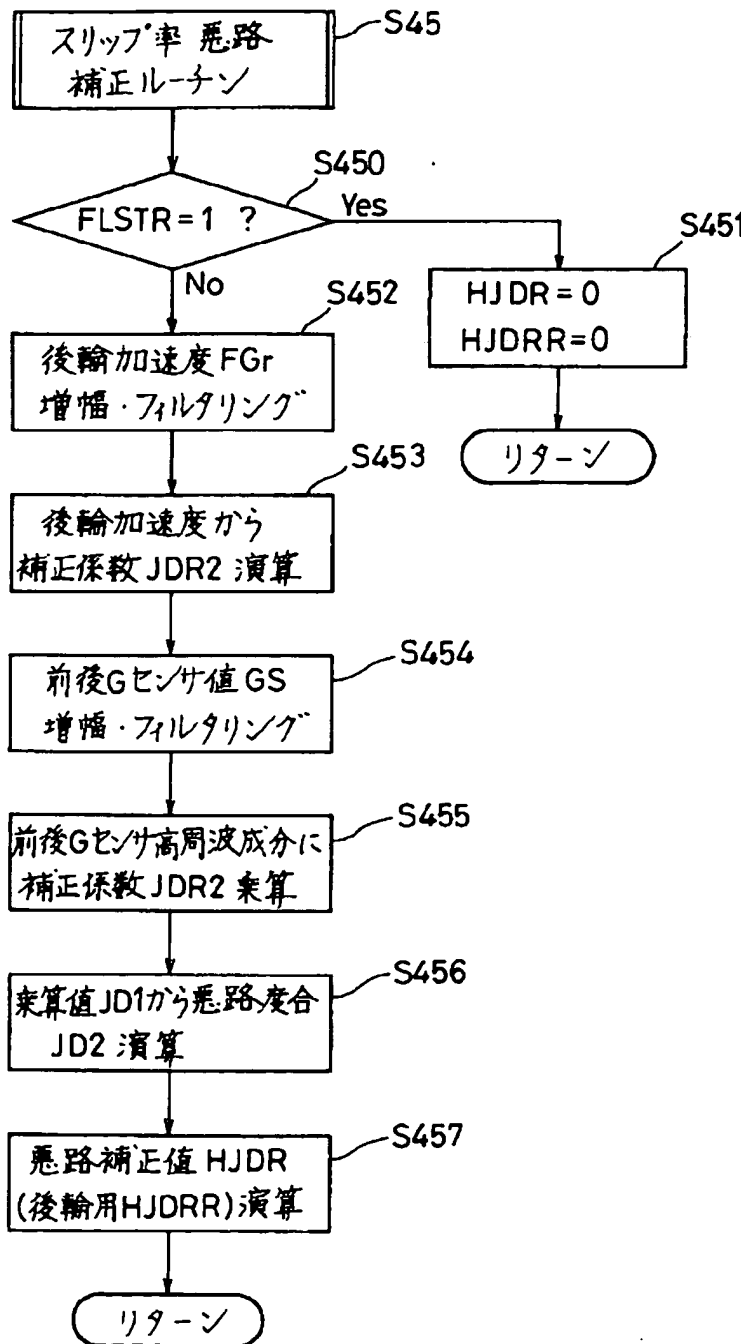
【図29】



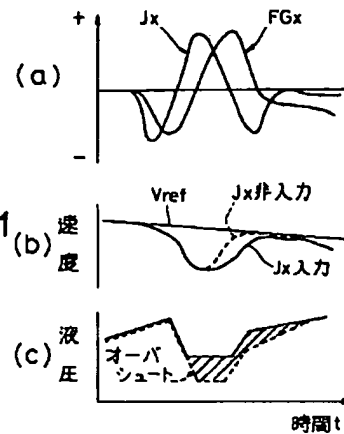
【図30】



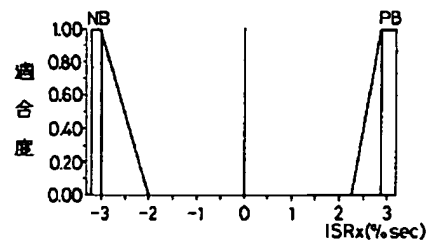
【図19】



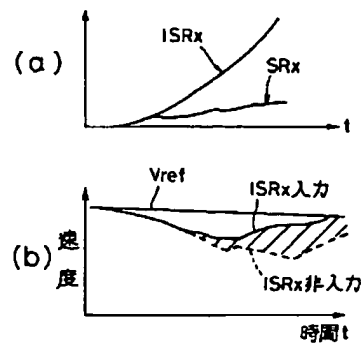
【図31】



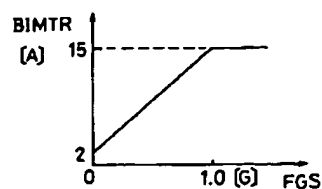
【図34】



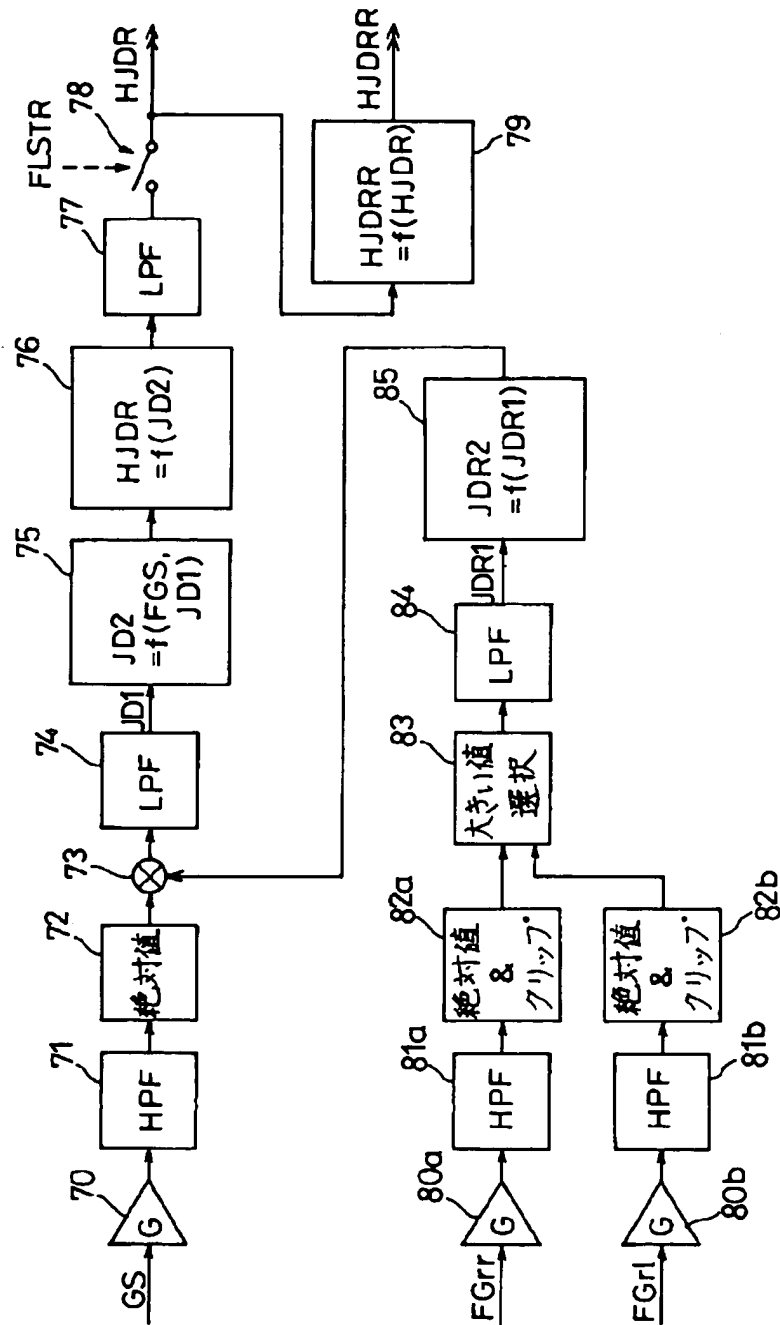
【図35】



【図44】

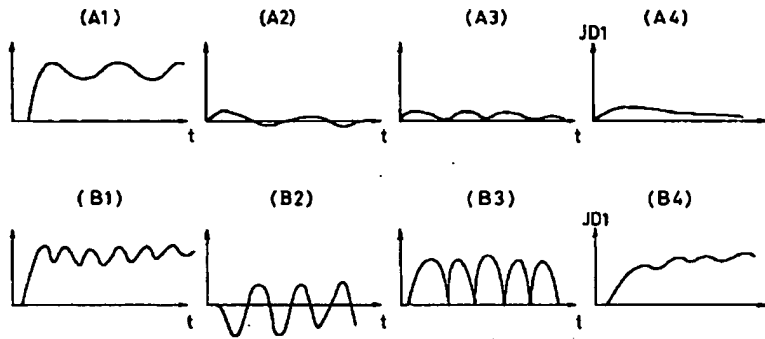


【図20】

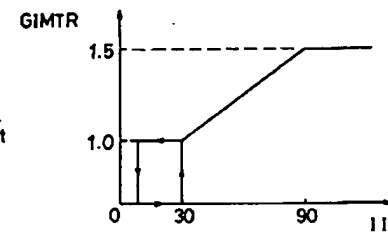




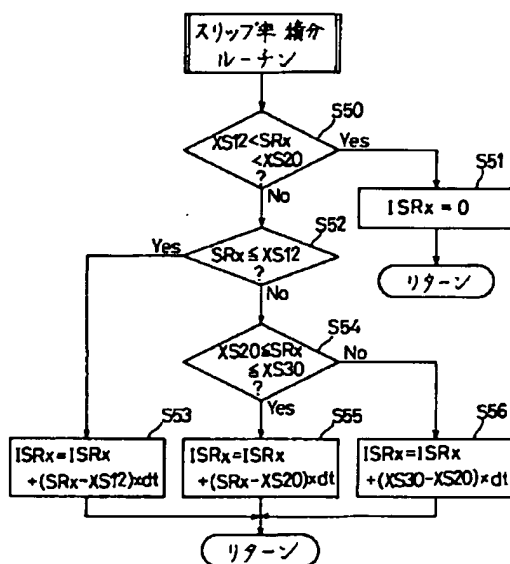
【図26】



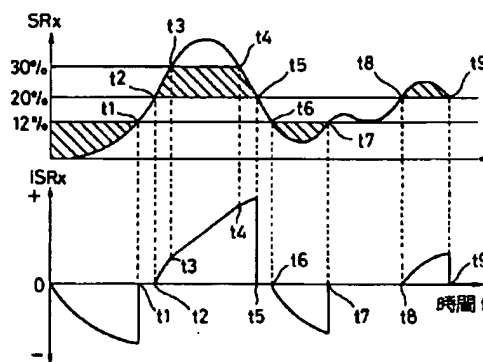
【図45】



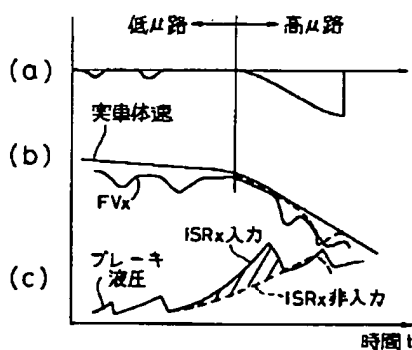
【図32】



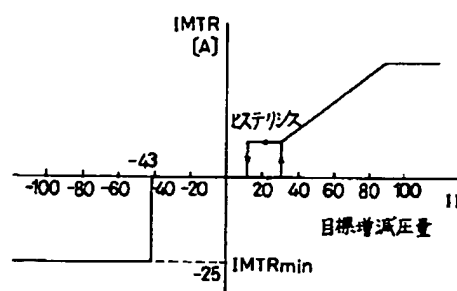
【図33】



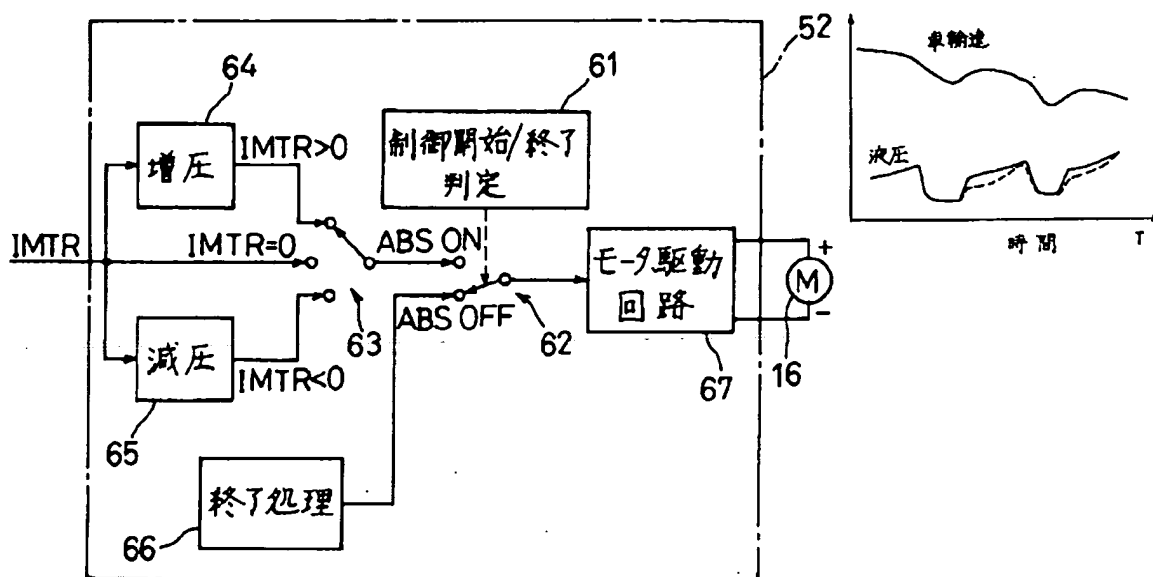
【図36】



【図38】

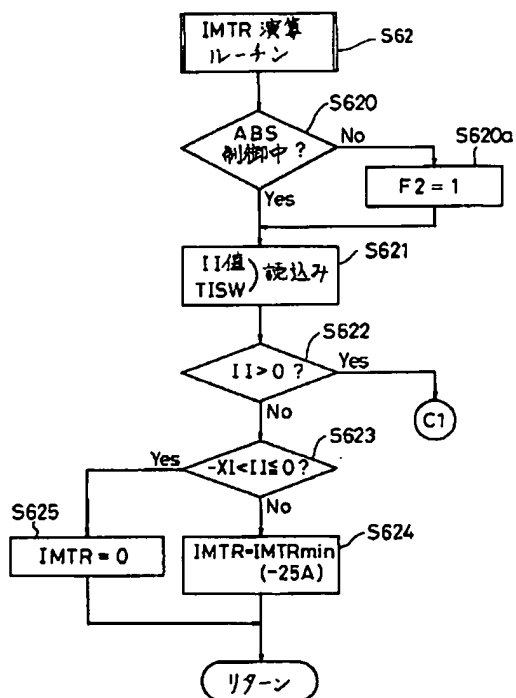


【図37】

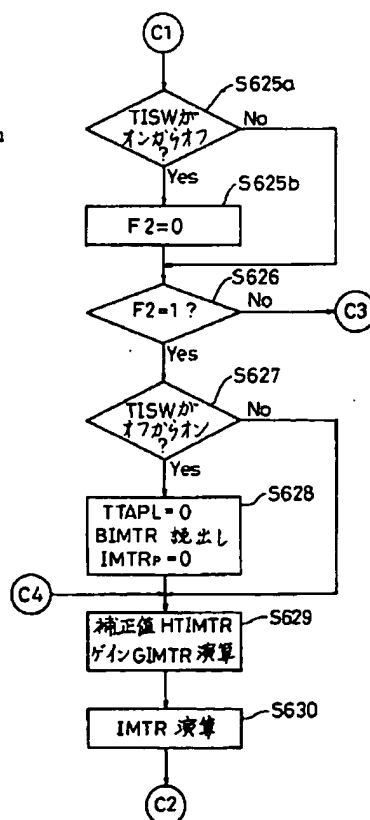


【図48】

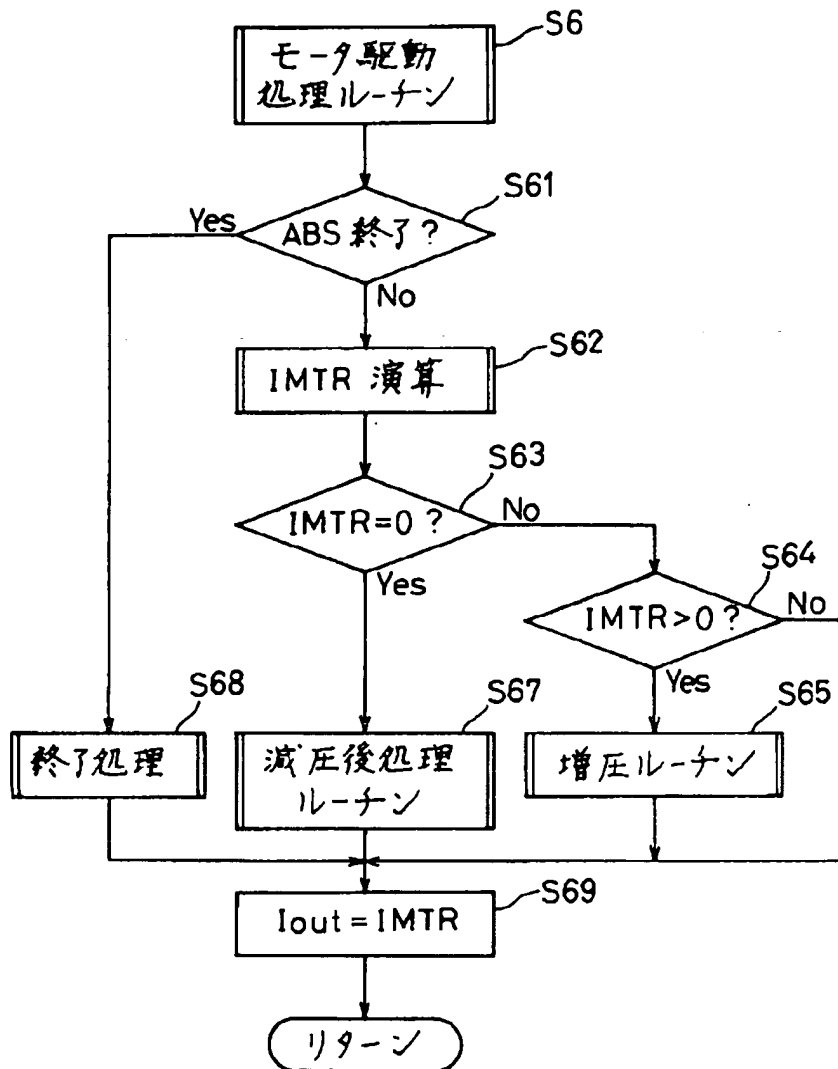
【図40】



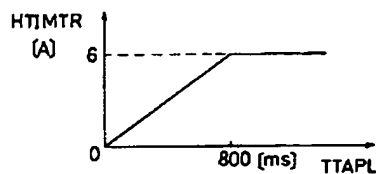
【図41】



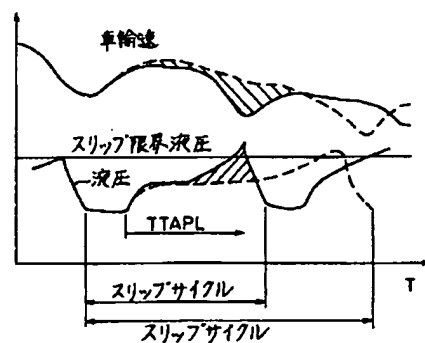
【図39】



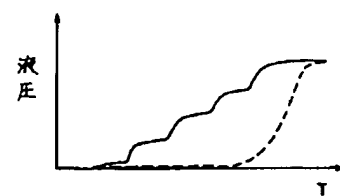
【図46】



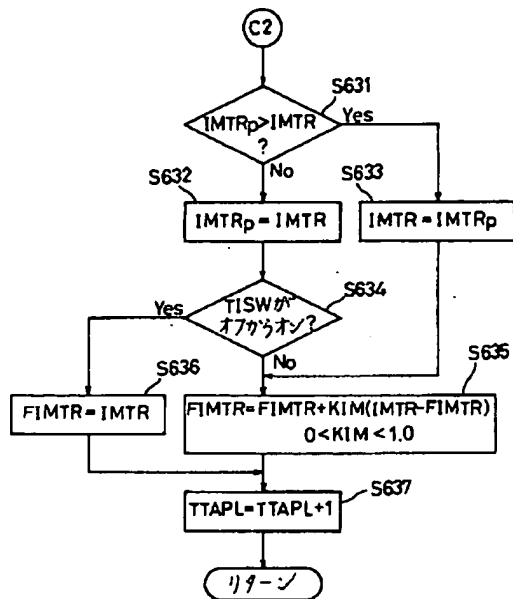
【図49】



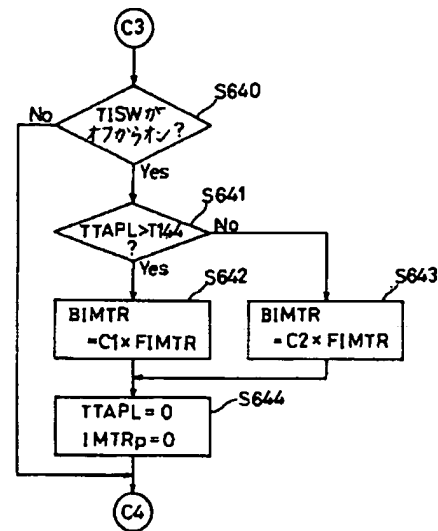
【図51】



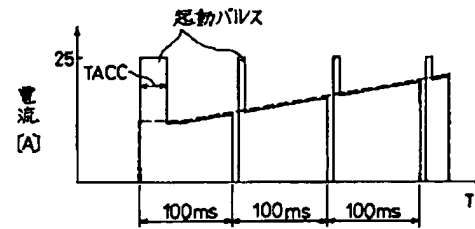
【図42】



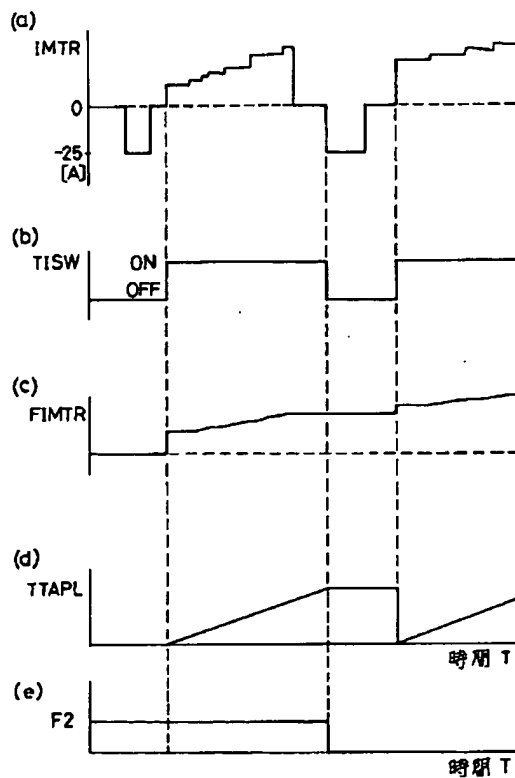
【図43】



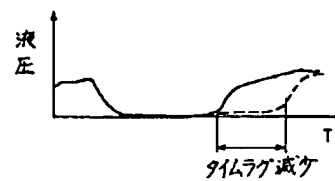
【図50】



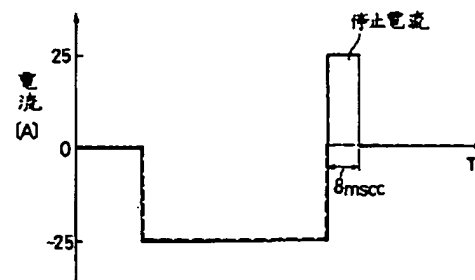
【図47】



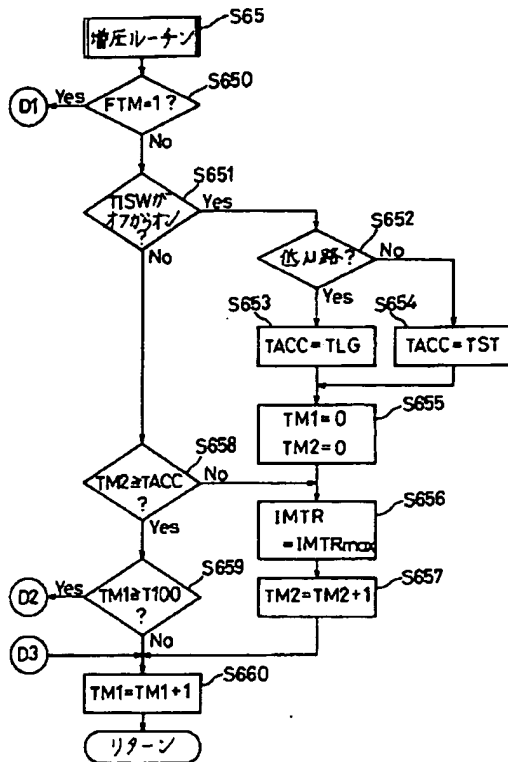
【図52】



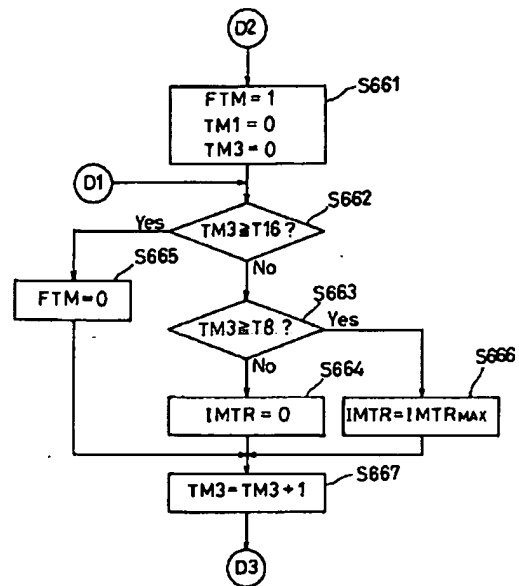
【図55】



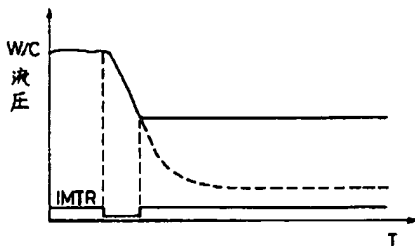
【図53】



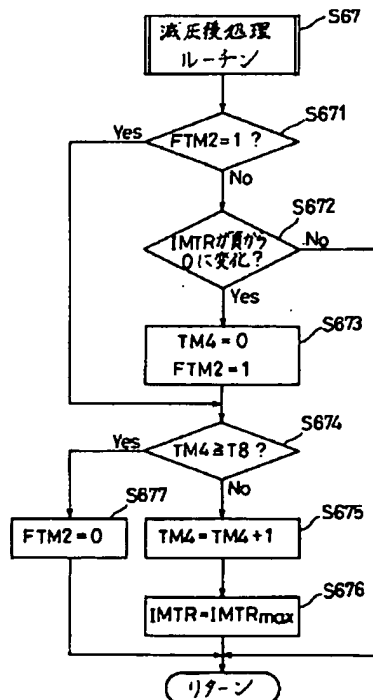
【図54】



【図56】



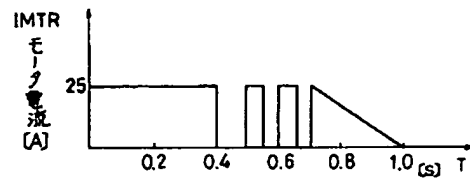
【図57】



(30)

特開平6-64515

【図58】



PAT-NO: JP406064515A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06064515 A  
TITLE: ANTISKID BRAKING METHOD  
PUBN-DATE: March 8, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SANO, YOSHIAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:	
NAME	COUNTRY
mitsubishi motors corp	N/A

APPL-NO: JP04220515  
APPL-DATE: August 19, 1992

INT-CL (IPC): B60T008/58  
US-CL-CURRENT: 303/147

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the sufficient brake power even in sharp turn by detecting the steering angle of a steering device, correcting the inner wheel difference of the standard car body speed in accordance with the steering angle detected in the turn of a vehicle, and calculating the slip rate on the basis of the corrected standard car body speed.

CONSTITUTION: The wheel speed  $FV_x$  which is signal-processed, wheel accelerating speed  $FG_x$ , and the steering wheel angle  $F\theta$  are supplied into a standard car body speed calculating means 41, and the

standard car body speed  $V_{\text{SB} \text{ref}}$  is calculated. In the sharp turning, the inner wheel difference is corrected, and the standard car body speed  $V_{\text{SB} \text{refo}}$  of an outer wheel and the standard car body speed  $V_{\text{SB} \text{refl}}$  of an inner wheel are calculated, and supplied to a slip rate calculating means 42, and the slip rate  $S_x$  of each wheel is calculated according to the wheel speed  $FV_x$  of each wheel and the standard car body speed  $V_{\text{SB} \text{rel}}$ . A slip rate correcting means 44 corrects the slip rate  $S_x$ , and the corrected slip rate  $SR_x$ , integration value  $ISR_x$ , wheel accelerating speed  $FG_x$  of each wheel, and the differential value  $J_x$  are supplied into an increased/decreased pressure judging means 46, and the increase/decrease judgement of the brake pressure is carried out through the fuzzy estimation.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**